ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Hatt**, en présentant à l'Académie un opuscule intitulé « Constantes harmoniques d'un certain nombre de ports, calculées par le Service des marées (Extrait des *Annales hydrographiques*, 1901) », s'exprime en ces termes :

« Le Tableau des constantes harmoniques de la marée, calculées pour divers ports de France ou des colonies, met en évidence quelques faits qu'il est intéressant de signaler.

» Les chiffres concernant la côte de France ont été obtenus par les méthodes ordinaires appliquées aux observations d'une année au moins. Ils montrent la prédominance presque exclusive de la marée semi-diurne.

» L'amplitude de cette marée est notablement plus forte à Brest qu'à Saint-Jean-de-Luz (Socoa), tandis que l'amplitude de la marée diurne est presque la même dans ces deux ports, où elle peut atteindre en moyenne $0^m,26$; les deux ondes suivent peut-être des routes différentes; l'onde semi-diurne, venant du Sud-Ouest, se trouverait amplifiée par le grand plateau de Sondes qui s'étend au large de la côte, dans le nord du golfe de Gascogne; l'onde diurne semblerait, au contraire, n'arriver au Socoa qu'après avoir traversé au préalable ce plateau en conservant l'amplification résultant de sa rencontre.

» On ne peut évidemment donner cette explication que sous toute réserve, mais il est permis d'affirmer que Brest est le port français de l'Océan le mieux choisi au point de vue de l'étude de la marée semi-diurne, celui dans lequel l'inégalité diurne se fait le moins sentir.

» Pour les divers ports de l'océan Indien, des mers de Chine, du Pacifique ou de l'Atlantique qui figurent au Tableau, on n'a pu réunir qu'un très

petit nombre d'observations portant en général sur une ou plusieurs quinzaines.

» Ces observations ont été traitées au moyen des méthodes abrégées, proposées par M. Darwin, qui ne permettent de déterminer que les constantes principales. Celles-ci suffisent du reste à définir le régime de la marée dans ses lignes générales. On peut remarquer qu'à Mayotte et sur la côte de Madagascar il est mixte, l'onde diurne étant plus faible que l'onde semi-diurne. A Djibouti, sur la côte d'Afrique, il y a presque égalité entre les deux ondes.

» Il en est de même au cap Saint-Jacques, dans notre colonie de l'Indo-Chine, dont la côte présente cette particularité très curieuse que l'onde diurne augmente d'amplitude relative à mesure que l'on se rapproche du Tonkin. Les marées d'Haïphong sont exclusivement diurnes; l'onde d'un demi-jour n'a que $0^m,18$ d'amplitude, tandis que l'onde diurne peut dépasser 3^m. Ce phénomène d'interférence des ondes d'un demi-jour avait déjà été signalé par Laplace dans sa théorie des marées.

» A Quinhone, point intermédiaire entre le cap Saint-Jacques et Haïphong, l'onde diurne peut acquérir une amplitude supérieure à celle de l'onde semi-diurne, qui atteint $0^m,50$ en moyenne; la première disparaissant quand la Lune est dans l'Équateur, il se produit deux marées sensiblement égales en 24 heures; à mesure que la déclinaison de l'astre augmente, l'inégalité diurne va en s'accentuant et, quand la déclinaison est assez forte, il n'y a plus qu'une marée par jour; l'onde semi-diurne ne se manifeste que par une inflexion de la courbe des hauteurs.

» L'âge de la marée est mesuré, comme l'on sait, par le retard du maximum de l'onde semi-diurne composée luni-solaire sur l'époque des syzygies. D'après Laplace, ce retard serait réel et s'interpréterait par une transmission d'ondes d'une égale durée. Pour déterminer l'âge de la marée, d'après les données de l'Analyse harmonique, il suffit de retrancher la situation de l'onde principale M_2 de l'onde principale solaire S_2; le quotient de la différence par 1,016 est le chiffre cherché exprimé en heures. Le Tableau des constantes montre que l'âge est de 40 à 50 heures sur la côte nord-ouest de Madagascar; il tombe à 18 heures à Tamatave, sur la côte est, et il est nul à la Réunion.

» Par une anomalie très curieuse, l'âge devient négatif aux îles Gambier, dans le Pacifique Sud; il est juste de dire que les partisans du retard réel ont la ressource de considérer cette avance comme un retard sur les circonstances de la précédente demi-lunaison et, à l'appui de cette manière

de voir, ils pourraient invoquer l'exemple des marées de Colon, où le retard constaté est d'environ un quart de lunaison; ici, l'interprétation est évidemment arbitraire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Discussion des observations magnétiques faites dans la région centrale de Madagascar,* par le P. COLIN.

« Les Tableaux et la Carte que j'ai donnés précédemment démontrent la présence de plusieurs centres de perturbations magnétiques dont je vais, dans cette nouvelle Note, analyser les éléments.

» Tout d'abord, une anomalie frappante existe sur Tsiafajavona, qui est le sommet le plus élevé de la chaîne de l'Ankaratra. Au lieu d'indiquer le NNW, la boussole franchit le nord de 3°15′48″; l'inclinaison devrait marquer environ 54°30′; or, elle tombe à 47°45′15″; faute de temps, je n'ai pu observer l'intensité.

» En raison de sa masse et de son altitude, l'Ankaratra exerce une influence considérable sur son voisinage. A mesure qu'on s'en éloigne du côté du plateau oriental, vers Andraraty, Ambatolampy, Antsiriribé et Morarano, les trois éléments reprennent leur marche ordinaire.

» Un second centre de perturbation, moins accentué que celui de l'Ankaratra, apparaît plus loin, à proximité de Vontovorona. L'anomalie débute par un minimum des trois forces à Antanifotsy (sud de Morarano); ensuite la déclinaison et l'inclinaison croissent jusqu'à Soandrarina; en ce dernier point, l'intensité baisse de 0,004 au-dessous de la normale. L'inverse a lieu sur le sommet de Vontovorona : diminution de la déclinaison et de l'inclinaison, hausse de l'intensité. Ambohidranandriana, qui en est distant de $4^{km},650$, possède une déclinaison élevée : 12°8′52″.

» Au delà de Vontovorona s'étend une zone volcanique. La différence de déclinaison entre la station des sources thermales d'Antsirabé et une autre éloignée de 300^{m} égale 9′. Entre Antsirabé et Betafo, situés presque sur le même parallèle, la différence du même élément atteint un demi-degré; à Iavoko, ancien volcan près de Betafo, j'ai obtenu 12°3′56″. L'inclinaison augmente de 9′ de l'est à l'ouest; l'intensité baisse au contraire de 0,004, comme à Soandrarina.

» Remontant de Betafo vers le Nord, j'ai observé la déclinaison à Tokotanitsara, où elle offre une discordance remarquable : 38°18′30″. La boussole se dirige du côté du massif basaltique du Vavavato, qui est éloigné

de 2^{km} W. Aux trois stations voisines de cette chaîne, Antanifotsy, Manarilefona et Belamosina, les résultats des trois éléments vont en augmentant graduellement.

» Sur les bords du cratère-lac de Vinaninony, à Tsarazafy, il y a une anomalie dans la composante horizontale. Les oscillations pendulaires du barreau aimanté y éprouvent un retard plus accentué que d'ordinaire. Afin de n'avoir aucun doute à ce sujet, j'ai compté trois séries de 100 oscillations chacune. La première, exécutée avant les déviations, a donné comme moyenne d'une oscillation : $3^s,327$, tandis qu'à la fin des opérations la deuxième a donné : $3^s,314$, et la troisième : $3^s,300$.

» La valeur de déclinaison 12°, signalée précédemment dans les points de Soandrarina, Ambohidranandriana, Iavoko, reparaît brusquement.

» Cette irrégularité dans l'intensité s'accentue encore davantage sur le sommet d'Ambohipoloalina; la durée d'une oscillation y égale $3^s,360$ à la première série et $3^s,365$ à la deuxième. De plus, le barreau dévié s'écarte de 25°51′11″ à la plus courte distance, alors que partout ailleurs l'angle de déviation varie entre 17° et 18°.

» D'où provient cette perturbation? Est-ce un effet des courants telluriques, d'une puissante masse magnétique souterraine? Est-ce une inégale distribution des masses au sein de cette région volcanique profondément bouleversée, ou quelque autre donnée géologique qui nous échappe? L'avenir nous le dira peut-être.

» Le massif de Dango limite le champ des grandes anomalies; la déclinaison faiblit, l'intensité augmente. Si nous comparons Faratsio et Ramainandro, nous constatons des valeurs assez régulières, quoique élevées. Le voisinage de l'Ankaratra doit faire sentir jusque-là son influence. A Andakandrano, l'aiguille aimantée reprend sa liberté d'allure.

» Franchissons la région volcanique de l'Itasy. Il y a à signaler un minimum de déclinaison sur les bords du cratère-lac, au village appelé Ampefy, et un léger maximum sur l'ancien volcan d'Ambasy. La valeur de la composante horizontale devient moindre en ce dernier point, et plus grande à Soavinandriana. L'inclinaison paraît toujours forte dans les stations d'Ampefy et de Soavinandriana.

» L'influence perturbatrice cesse dès qu'on s'écarte de cette zone volcanique. Ainsi, du côté d'Ambohimiangara et de Miarinarivo, les forces magnétiques se trouvent également distribuées. Arivonimamo indique une déclinaison faible. Il est probable que la montagne voisine d'Ambohimpanompo exerce une action attractive sur l'aiguille aimantée.

» Résumant mes observations, je dirai : 1° que, dans le massif central de Madagascar, les perturbations magnétiques les plus étendues et les plus fortes affectent l'arête de l'Ankaratra à Vontovorona, ainsi que la ramification du massif de Vavavato; 2° que le plateau oriental qui borde le pied de cette arête possède un champ magnétique plus régulier que celui du plateau occidental; 3° que les zones volcaniques ont une influence locale et de faible rayon.

» L'installation prochaine du magnétographe Mascart, à l'Observatoire de Tananarive, complétera mes travaux et permettra de comparer les valeurs absolues obtenues durant mes campagnes avec celles des instruments de variations. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les leucomaïnes diabétogènes.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

« L'extrait alcoolique de 100^g de sang de chien sain ne provoque pas de glycosurie (ou, tout au plus, une glycosurie très fugace), s'il est injecté sous la peau d'un cobaye de 300^g-400^g, nourri de son, de pommes de terre et de choux.

» Précisant notre dernière Note (*Comptes rendus* du 10 mars), nous pouvons dire que l'extrait d'une quantité de sang de chien beaucoup moindre (30^g) amène, au contraire, une glycosurie pouvant durer plusieurs jours, s'il est recueilli 1 heure environ après une asphyxie.

» Si, avant l'asphyxie, on a faradisé les nerfs du pancréas, l'extrait de la même quantité de sang n'est pas diabétogène. [On sait que, pendant les heures consécutives à l'électrisation de ces nerfs, il existe une hypoglycémie et une exagération de la glycolyse (Lépine, *Cinquantenaire de la Société de Biologie*, p. 352).]

» L'extrait de sang de chien recueilli quelques heures après l'ablation du pancréas est fortement diabétogène. Mais, si à l'ablation du pancréas on a ajouté l'électrisation du bout central du sciatique, l'extrait de la même quantité de sang recueilli quelques heures plus tard n'est pas diabétogène. [Dans ces conditions, il y a aussi hypoglycémie et exagération de la glycolyse, mais moindres qu'après électrisation des nerfs du pancréas (*Thèse* de Fauchon, Lyon, 1898).]

» L'extrait de sang de plusieurs hommes pneumoniques s'est montré diabétogène; celui d'un urémique ne l'a pas été.

» D'une manière générale, on peut affirmer que la substance diabétogène cristallisable est localisée dans le sérum, à l'exclusion des globules rouges. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique, en remplacement de M. *A. Cornu*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Amagat	obtient.	32 suffrages
M. Pierre Curie	»	20 »
M. Gernez	»	6 »

Il y a 1 bulletin blanc.

M. Amagat, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice intitulée : « Jubilé de M. Albert Gaudry, 9 mars 1902 » (présenté par M. Edmond Perrier).

2° Un « Dictionnaire des matières explosives » par M. *J. Daniel* (Renvoi au concours du prix Wilde).

3° Une brochure de M. *Alfred Caraven-Cachin*, intitulée : « Paléobotanique; flore fossile des terrains houillers du Tarn ».

M. E. Laurent, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Albert Gaudry annonce que M. *André Tournouër*, chargé de mission en Patagonie par le Ministère de l'Instruction publique et par le Muséum d'Histoire naturelle, vient de découvrir d'importants débris du *Pyrotherium*,

à peu de distance du Rio Deseado. Il a tenu à rapporter lui-même les restes de cette étonnante et gigantesque créature; il vient de les remettre au Muséum d'Histoire naturelle; nous devons les faire dégager de la roche où ils sont enfermés, avant d'apprécier leurs caractères. Outre les fossiles des couches à *Pyrotherium*, M. André Tournouër a recueilli une multitude de Mammifères du plus grand intérêt, qui proviennent des bords du Rio Coyle et appartiennent à l'étage dit *Santacruzien*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de genre infini.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. Appell.

« On sait que, si l'on désigne par $M(r)$ le maximum du module d'une fonction entière pour $|z|=r$ et par $r_1, r_2, \ldots, r_n, \ldots$ les modules des zéros de la fonction, on a, quels que soient n et r, l'inégalité [1]

$$(1) \qquad \frac{1}{r_1 r_2 \ldots r_n} < \frac{M(r)}{r^n}.$$

» Je me propose d'indiquer quelques conséquences de cette inégalité, dans le cas où le nombre n des zéros dont le module est inférieur à r est une fonction $\theta(r)$ qui croît très rapidement avec r.

» Le nombre des zéros compris entre $\theta(r-t)$ et $\theta(r-t-dt)$ est évidemment $\theta'(r-t)\,dt$; on a donc, en faisant varier t de zéro à r,

$$\frac{r^n}{r_1 r_2 \ldots r_n} = \prod \left(\frac{r}{r-t}\right)^{\theta'(r-t)\,dt},$$

c'est-à-dire

$$M(r) > \prod \left(\frac{1}{1-\frac{t}{r}}\right)^{\theta'(r-t)\,dt} = e^{-\int_0^r \log\left(1-\frac{t}{r}\right)\theta'(r-t)\,dt}.$$

» Or, on a

$$(2) \qquad -\log\left(1-\frac{t}{r}\right) = \frac{t}{r} + \frac{t^2}{2r^2} + \ldots.$$

» Dès lors, posons

$$\int_0^r \theta(r)\,dr = \theta_1(r); \qquad \int_0^r \theta_1(r)\,dr = \theta_2(r), \qquad \ldots,$$

---

[1] JENSEN, *Acta math.*, t. XXII. — PETERSEN, *Acta math.*, t. XXIII. — ERNST LINDELÖF, *Acta Societatis Scientiarum Fennicæ*, t. XXXI, p. 14. On suppose que la fonction entière considérée est égale à l'unité pour $z=0$.

il vient

$$\log M(r) > \frac{1}{r}\theta_1(r) + \frac{1}{r^2}\theta_2(r) + \frac{2}{r^3}\theta_3(r) + \ldots \tag{3}$$

en n'écrivant pas les termes qui correspondent à la limite supérieure $t = r$, et qui sont négligeables.

» La fonction $\theta(r)$ étant à croissance très rapide, les fonctions $\theta_1(r)$, $\theta_2(r)$, ... croissent bien moins vite (1) que $\theta(r)$. Les premiers termes de la série écrite dans le second membre de (3) décroissent donc très rapidement, et comme, d'autre part, on peut arrêter ce développement, d'après (2), à un terme quelconque, avec un facteur correctif sans importance, on peut écrire

$$\log M(r) > \frac{\theta_1(r)}{r}(1 + \varepsilon), \tag{4}$$

ε tendant vers zéro lorsque r augmente indéfiniment. On peut ajouter que l'on a

$$\varepsilon < \frac{\theta_2(r)}{\theta_1(r)}, \tag{5}$$

d'où l'on conclut, en général, que ε est de l'ordre de grandeur de $\frac{1}{\log \theta(r)}$.

» On peut écrire aussi, *si l'on suppose les fonctions à croissance régulière*,

$$\theta(r) < \frac{d}{dr}[r \log M(r)](1 - \varepsilon') < (1 - \varepsilon'') r \frac{M'(r)}{M(r)}, \tag{6}$$

ε', ε'' vérifiant toujours la relation (6).

» La relation qu'il y a entre l'ordre de grandeur de la fonction et la densité de ses zéros se trouve ainsi établie, à la fois, avec une grande simplicité et une grande précision; elle s'exprime par les relations (4) et (5); les réciproques s'établiraient d'une manière analogue (voir mes *Leçons sur les fonctions entières* et le *Mémoire* cité de M. Lindelöf).

» J'ai tenu surtout à exposer ici la méthode différentielle employée, qui me paraît pouvoir rendre de grands services dans l'étude des fonctions de genre infini. »

---

(1) Par exemple, si $\theta(r) = e^{e^{2r}}$, on a

$$\theta_1(r) < e^{-r}\theta(r),$$
$$\theta_2(r) < e^{-r}\theta_1(r).$$

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Un cas remarquable de transformation rationnelle de l'espace*. Note de M. **D. Gravé**, présentée par M. É. Picard.

« Prenons deux équations

$$(1) \qquad A_0 a^n + A_1 a^{n-1} + \ldots + A_{n-1} a + A_n = 0,$$

$$(2) \qquad B_0 b^n + B_1 b^{n-1} + \ldots + B_{n-1} b + B_n = 0,$$

d'un même degré n.

» En désignant par a_i, b_i les racines de ces équations et par les symboles $\Pi_l(a)$, $\Pi_l(b)$ les produits de l racines quelconques, formons les fonctions

$$\Theta_{k,l} = \Sigma\, \Pi_k(a)\, \Pi_l(b)$$

où $1 \leqq k \leqq n$, $1 \leqq l \leqq n$, $l + k \leqq n$ et la somme est étendue à tous les produits possibles des racines, en tenant cependant compte que dans les deux produits $\Pi_k(a)$, $\Pi_l(b)$ ne doivent pas figurer les racines avec les mêmes indices. Le nombre de pareilles fonctions est évidemment $\frac{1}{2}n(n-1)$.

» Si l'on élimine les racines entre les équations

$$(3) \qquad \Theta_{k,l} = C_{k,l}$$

où $C_{k,l}$ sont des nouvelles constantes, on obtient $\frac{1}{2}n(n-1)$ relations entre tous les coefficients A_i, B_i, $C_{k,l}$.

» Il n'est pas difficile de se convaincre que les relations seront de telle sorte qu'on pourra les résoudre rationnellement par rapport à deux groupes de $\frac{1}{2}n(n-1)$ coefficients,

$$A_2, \quad A_3, \quad \ldots, \quad A_n, \quad C_{k,l} \qquad (\text{où } k > 1),$$
$$B_2, \quad B_3, \quad \ldots, \quad B_n, \quad C_{k,l} \qquad (\text{où } l > 1).$$

» Appliquées au cas de $n = 3$, nos considérations donnent une transformation birationnelle de l'espace à trois dimensions, qui a des propriétés dignes d'attention.

» Écrivons les équations (1), (2), (3) de la manière suivante :

$$(4) \qquad x_3 a^3 + y_3 a^2 + y_1 a + x_1 = 0,$$

$$(5) \qquad x_3 b^3 + z_3 b^2 + y_2 b + x_2 = 0;$$

$$a_1(b_2+b_3)+a_2(b_1+b_3)+a_3(b_2+b_1)=\quad\frac{\alpha}{x_3},$$

$$a_1a_2b_3+a_2a_3b_1+a_3a_1b_2=-\frac{z_1}{x_3},$$

$$b_1b_2a_3+b_2b_3a_1+b_3b_1a_2=-\frac{z_2}{x_3}.$$

» L'élimination des racines nous donne

$$(6)\qquad\begin{cases} x_1\varphi(x_2, y_2, x_3, z_3)=\varphi_1(x_2, y_2, z_2, x_3, y_3, z_3, \alpha),\\ y_1\varphi(x_2, y_2, x_3, z_3)=\varphi_2(x_2, y_2, z_2, x_3, y_3, z_3, \alpha),\\ z_1\varphi(x_2, y_2, x_3, z_3)=\varphi_3(x_2, y_2, z_2, x_3, y_3, z_3, \alpha),\end{cases}$$

où φ, φ_1, φ_2, φ_3 sont des fonctions rationnelles du troisième degré par rapport à chaque système (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3).

» Il est aisé de voir que les formules (6) peuvent être résolues rationnellement par rapport à deux systèmes (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3).

» On obtient

$$x_2\varphi(x_1, y_1, x_3, y_3)=\varphi_1(x_1, y_1, z_1, x_3, z_3, y_3, \alpha),$$
$$y_2\varphi(x_1, y_1, x_3, y_3)=\varphi_2(x_1, y_1, z_1, x_3, z_3, y_3, \alpha),$$
$$z_3\varphi(x_1, y_1, x_3, y_3)=\varphi_3(x_1, y_1, z_1, x_3, z_3, y_3, \alpha)$$

et

$$x_3\varphi(x_2, y_2, x_1, z_1)=\varphi_1(x_2, y_2, z_2, x_1, y_1, z_1, \alpha),$$
$$y_3\varphi(x_2, y_2, x_1, z_1)=\varphi_2(x_2, y_2, z_2, x_1, y_1, z_1, \alpha),$$
$$z_3\varphi(x_2, y_2, x_1, z_1)=\varphi_3(x_2, y_2, z_2, x_1, y_1, z_1, \alpha).$$

» La fonction $\varphi(x_2, y_2, x_3, z_3)$ n'est autre chose que le discriminant de l'équation (5); les autres fonctions φ_1, φ_2, φ_3 se calculent aussi sans difficulté.

» Nous voyons que les formules (6) lient les coordonnées des points des trois espaces de manière qu'on peut les résoudre rationnellement par rapport aux coordonnées de chaque espace. On pourrait donner à de telles formules le nom de *transformation trirationnelle*.

» En me bornant ici à cette indication succincte, je me propose de traiter la théorie des transformations *polyrationnelles* dans un Mémoire étendu. »

MÉCANIQUE. — *Sur les moteurs à combustion.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Sarrau.

« La théorie des moteurs à gaz ou à pétrole ne me semble pas avoir été présentée jusqu'ici avec toute la simplicité et toute la généralité dont elle est susceptible; je voudrais indiquer très brièvement comment on peut, à mon avis, combler cette lacune.

» Le diagramme, quelle que soit son allure, se partage en deux grandes phases : dans l'une, le mélange gazeux évolue en vase clos, de capacité variable; dans l'autre, il communique plus ou moins librement avec l'atmosphère. En admettant, comme on le fait d'habitude, qu'il soit permis de négliger les échanges de chaleur effectués à travers les parois du cylindre, le travail externe développé dans la première phase est égal à la diminution d'énergie; dans la seconde phase, la pression demeurant sensiblement constante et égale à la pression atmosphérique, le travail est égal au produit de cette pression par la variation de volume. J'emploierai la lettre U ou la lettre W, suivant qu'il s'agira de désigner l'énergie (en calories) du mélange avant ou après la combustion. Soient, au début de la première phase, c'est-à-dire à l'instant où commence la compression, V_0 le volume, T_0 la température absolue et U_0 l'énergie. Soient, à la fin de la même phase, c'est-à-dire à l'instant où commence l'échappement, V_1, T_1, W_1 les valeurs des mêmes variables. Si E représente l'équivalent mécanique de la chaleur, le travail externe est $E(U_0 - W_1)$. Pour la seconde phase, qui ramène du volume V_1 au volume V_0 sous la pression constante p_0, le travail est $p_0(V_0 - V_1)$. Le travail total est donc

$$\mathfrak{T} = E(U_0 - W_1) + p_0(V_0 - V_1).$$

Pour obtenir le rendement ρ, il suffit de diviser par la quantité de chaleur Q que fournit la combustion; mais on doit s'entendre sur la manière d'évaluer Q. La convention la plus naturelle est qu'il s'agit de la chaleur dégagée par la combustion effectuée à volume constant et à la température T_0. Dès lors, Q n'est autre chose que la variation d'énergie $U_0 - W_0$, d'où, en faisant $E = \frac{1}{A}$,

$$(1) \qquad \rho = \frac{U_0 - W_1 + A p_0(V_0 - V_1)}{U_0 - W_0}.$$

» Souvent on suppose la chaleur Q dégagée à une température T_a différente de T_0, par exemple à la température pour laquelle commence réellement la combustion dans le cylindre. Le dénominateur doit alors être remplacé par $U_a - W_a$. Appelons T_b la température à laquelle parviendrait le mélange si, en partant de la température T_a, la combustion s'effectuait à volume constant, sans échange de chaleur avec le dehors. On a évidemment $U_a = W_b$ et le dénominateur peut s'écrire $W_b - W_a$. On peut d'ailleurs, au numérateur, remplacer $U_0 - W_1$ par $U_0 - U_a + W_b - W_1$, de façon à mettre en évidence des variations d'énergie $U_0 - U_a$ et $W_b - W_1$ respectivement obtenues sans changement d'état chimique. Dans ces conditions,

$$\rho = \frac{U_0 - U_a + W_b - W_1 + Ap_0(V_0 - V_1)}{W_b - W_a}. \tag{2}$$

» Dans le cas particulier où les chaleurs spécifiques à volume constant, c et c', du mélange, considéré avant et après la combustion, sont supposées indépendantes de la température, on a, en prenant comme unité le poids du mélange,

$$W_b - W_a = c'(T_b - T_a),$$
$$W_b - W_1 = c'(T_b - T_1),$$
$$U_0 - U_a = c\,(T_0 - T_a).$$

Si l'on admet en même temps que le mélange brûlé suit la loi des gaz parfaits et si l'on désigne par C′ sa chaleur spécifique à pression constante, on a, en appelant T'_0 la température à laquelle parviendrait ce mélange, pris dans l'état T_0, V_0, p_0 et amené sous la pression constante p_0 du volume V_0 au volume V_1,

$$Ap_0(V_1 - V_0) = (C' - c')(T'_0 - T_0),$$

d'où

$$\rho = \frac{C'(T_0 - T'_0) + c'(T_b - T_1 + T'_0 - T_0) + c(T_0 - T_a)}{c'(T_b - T_a)}. \tag{3}$$

» Cette dernière formule a été trouvée par M. Marchis, dans le cas spécial du diagramme Charon, en analysant l'un après l'autre les phénomènes successifs qui accompagnent le parcours de ce diagramme et en supposant que la combustion se produit d'une manière explosive, aussitôt après l'achèvement de la compression. T_a désigne alors la température initiale et T_b la température finale de l'explosion. Nous voyons que la formule a une portée

générale : elle subsiste quelle que soit l'avance à l'allumage et quelle que soit la lenteur de la combustion. La température T_a peut même être arbitrairement choisie ; T_b est une fonction de T_a. Si l'on veut tenir compte des variations des chaleurs spécifiques avec la température, on doit revenir à la formule (2), qui n'exige aucune hypothèse.

» Pour un moteur donné, la seule quantité susceptible de varier d'après le mode de combustion est la température finale T_1. Pour la calculer, il faut connaître, en fonction du volume variable V, la proportion x de gaz brûlé. L'énergie J du mélange partiellement brûlé a pour expression $J = (1 - x)U + xW$ et le principe de l'équivalence donne la relation $dJ + A p\,dv = 0$, équation différentielle entre les quatre variables p, v, T, x. Si l'on admet, d'autre part, que le mélange, avant comme après la combustion, se comporte comme un gaz parfait, il suffit d'appliquer la loi du mélange des gaz pour avoir, entre les quatre variables, une équation finie, linéaire en x, et, puisque x est, par hypothèse, une fonction connue de V, on peut, par l'élimination de la pression, obtenir entre T et V une équation différentielle dont l'intégration fournit la température finale T_1 (correspondant au volume V_1), connaissant la température initiale T_0 et le volume initial V_0 ; le problème se trouve ainsi résolu. Dans le cas particulier de la combustion explosive, x passe brusquement de zéro à l'unité au moment de l'explosion et demeure constant dans le reste du parcours, circonstance qui facilite évidemment les calculs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force électrique due à la variation des aimants.* Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. Sarrau.

« 1. *Introduction.* — Pour définir la *force électrique* en un point, Maxwell place en ce point un petit corps, *corps d'épreuve,* qui est préalablement chargé d'une petite quantité d'électricité e. Le corps est poussé par une force F. La limite de $\frac{F}{e}$ quand les dimensions du corps d'épreuve et sa charge tendent vers zéro est, pour Maxwell (*Traité d'Électricité,* n° 44), la force électrique au point considéré.

» Cette définition comporte des difficultés pratiques quand on veut l'appliquer à l'exploration d'un champ électrique faible. Je vais les préciser et montrer le rôle perturbateur qu'elles jouent dans l'expérience de M. V. Crémieu sur le champ électrique dû à la variation d'un aimant [1].

---

[1] Crémieu, *Thèse,* première Partie, mai 1901.

» Le résultat négatif de cette expérience passe pour contraire aux idées de Maxwell sur l'électricité. Je montrerai qu'il confirme la théorie que j'ai exposée récemment ([1]) et qui est conforme aux principes essentiels de Maxwell.

» 2. *Difficultés relatives à la mesure de la force électrique.* — Dans les idées de Faraday et Maxwell, dire que le corps a été préalablement électrisé, c'est dire que des tubes de force partent de sa surface pour aller à d'autres corps chargés en signe contraire. Passer ceux-ci sous silence, c'est supposer que les corps sous-entendus sont assez éloignés et assez peu chargés pour satisfaire à deux conditions :

» 1° Les attractions qu'ils exercent sur le corps d'épreuve ne troublent pas sensiblement son équilibre ;

» 2° Leur influence sur le champ étudié est négligeable.

» Enfin, une condition difficile à réaliser, mais nécessaire à une mesure correcte, c'est que la charge et les dimensions du corps d'épreuve soient assez petites pour n'exercer aucune influence sensible sur le champ qu'on veut explorer.

» Ces conditions ne sont pas réalisées dans l'expérience de M. Crémieu.

» 3. *Expérience de M. Crémieu. Son résultat négatif.* — Un anneau horizontal AA_1B_1B (le lecteur est prié de faire cette figure très simple) est formé de deux moitiés conductrices AA_1 et B_1B liées par des lames de mica A_1B_1 et BA. Il est mobile dans son plan et autour de son centre sous l'action du flux d'induction Φ d'un électro-aimant vertical qui traverse l'anneau suivant son axe. Six fois par seconde, l'électro-aimant est excité après qu'une forte charge électrique e a été déposée sur l'anneau, et la charge est enlevée avant qu'on supprime l'excitation de l'électro-aimant. Le phénomène à observer est la rotation de l'anneau. L'expérience montre que l'anneau ne tourne pas.

» 4. *Interprétation inexacte de l'expérience.* — D'après les idées de Maxwell, l'excitation de l'électro-aimant produit dans l'air environnant un champ électrique, et la force électrique de ce champ est réglée par la condition que son intégrale suivant un circuit fermé est égale à la force électromotrice qui est induite dans ce circuit par l'excitation de l'électro-aimant. Par raison de symétrie, elle est également distribuée tout autour de l'aimant quand l'anneau est enlevé.

» M. Crémieu pense appliquer la définition de la force électrique en

---

([1]) Carvallo, *Comptes rendus*, 30 décembre 1901 et 6 janvier 1902. — *L'Électricité*, mai 1902. Paris, C. Naud.

admettant que chaque élément de l'anneau chargé est poussé par une force proportionnelle à sa charge et à la *force électrique qu'offrirait le champ au point où est cet élément si l'anneau était enlevé*. Avec cette hypothèse, les forces électriques développées par l'électro-aimant devraient faire tourner l'anneau sous l'action d'un couple moteur moyen égal à $e \times 6\Phi$.

» L'hypothèse est fausse, car le corps d'épreuve est loin de satisfaire aux conditions de la définition (n° 2) : il exerce une influence prépondérante sur la force électrique due à l'excitation de l'électro-aimant, l'annulant le long des parties métalliques pour la concentrer dans les coupures. Je vais établir ces résultats et montrer que l'immobilité de l'anneau est prévue par la théorie.

» 5. *Analyse de l'expérience par les lois de Kirchhoff.* — L'anneau est sensiblement un tube de courant. Appliquez-lui les deux lois de Kirchhoff, avec la généralité qu'elles comportent, savoir :

» Première loi. — *Le flux du courant total à travers toute surface fermée est nul.*

» Seconde loi. — *La force électromotrice totale dans tout circuit fermé est nulle.*

» Vous trouverez les résultats suivants, en supposant d'abord que l'anneau n'a pas été électrisé :

» Les coupures A_1B_1 et BA présentent des forces électriques considérables, sensiblement *uniformes* et *égales* : l'intégrale le long des coupures en est à peu près égale à la force électromotrice induite par l'électro-aimant, car celle de Joule ($-ri$) dans l'anneau est négligeable. Les extrémités A_1 et B_1 s'attirent, les extrémités A et B s'attirent et les attractions sont égales. Mais les demi-anneaux sont liés par les lames de mica : de ce fait, l'anneau ne bougera pas. Quant à la force électrique le long du contour de l'anneau, elle ne peut en aucune façon le faire tourner. Examinons-la cependant. Sa composante tangentielle est donnée par la loi que j'ai énoncée sur les surfaces de discontinuité et qui est une conséquence de la seconde loi de Kirchhoff généralisée, savoir :

» *La composante tangentielle de la force électromotrice est continue.*

» Or, la force électromotrice, c'est celle de Joule dans le métal, c'est la force électrique changée de signe dans l'air. La force de Joule étant très faible, la composante tangentielle de la force électrique le long de l'anneau est aussi très faible. La composante normale est insensible en l'absence de charge électrique préalable.

» Tenons compte maintenant de la charge préalablement donnée à

l'anneau. Elle est répartie sur le contour de l'anneau. De là des forces normales à l'anneau, considérables, mais de moment nul. Les composantes tangentielles demeurent insensibles. Quant aux coupures, elles ont pris des charges électrostatiques très faibles, d'autant plus faibles que les moitiés métalliques sont plus rapprochées, de sorte que la force électrique n'y est pas sensiblement changée par la charge préalable; elle reste à peu près *uniforme*. Les conclusions relatives à l'attraction des demi-anneaux et à l'immobilité du système ne sont pas changées. Pour les changer, pour avoir un couple moteur notable, il faudrait avoir de fortes charges préalables aux coupures. Le moyen de les obtenir est de remplacer le couple de demi-anneaux par un seul demi-anneau ou par un secteur, et l'on n'a aucun intérêt à augmenter l'angle d'ouverture du secteur. En le prenant petit, on se rapprocherait du petit corps d'épreuve de Maxwell. L'expérience pourrait devenir correcte et donner un résultat positif.

» 6. *Conclusions*. — L'expérience de M. Crémieu devait donner un résultat négatif. La constatation en était rendue difficile par les attractions dues à la forte électrisation de l'anneau. Elle fait honneur à l'habileté et à la sincérité de M. Crémieu, qui cherchait et espérait trouver la rotation de l'anneau. Elle confirme nos vues sur l'électricité. Si elle rectifie une idée fausse qui a pu se glisser dans l'interprétation de la pensée de Maxwell, elle n'atteint aucun point essentiel de sa théorie. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les variations de la lumière zodiacale.* Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« La lumière zodiacale, dont la nature a été si longtemps discutée, semble devoir être considérée comme le résidu de la nébuleuse solaire primitive dont la condensation progressive a engendré, comme on sait, les divers astres de notre système.

» Cette conclusion paraît s'imposer depuis que les observations les plus précises ont montré que cette lumière s'étendait, contrairement à ce qu'on avait cru pendant longtemps, bien au delà de l'orbite terrestre. On sait d'ailleurs que la lumière zodiacale se présente sous la forme d'un disque aplati, dont le plan coïncide très sensiblement avec le plan général des orbites planétaires.

» Si l'on admet que, pour une raison quelconque, l'électricité ait été placée initialement hors d'équilibre dans un tel système, on sera obligé

d'admettre, vu la faible résistance de ce milieu très raréfié, que, pour atteindre sa position d'équilibre, l'électricité doit exécuter dans ce système une série d'oscillations dont l'amortissement ne peut qu'être extrêmement faible.

» Cette manière de voir revient, si l'on veut, à assimiler le disque zodiacal à une plaque vibrante, les oscillations étant toutefois de nature électromagnétique.

» Admettons que l'astre central, le Soleil, soit un ventre de vibration et considérons la vibration fondamentale donnant lieu à une ligne nodale à la périphérie du disque supposé circulaire. Si l'on représente par D le rayon de ce disque, par V la vitesse de la perturbation et par T sa période, nous aurons

$$D = VT. \tag{1}$$

» Devons-nous prendre $V = 300\,000^{\text{km}}$ par seconde, c'est-à-dire à la célérité de l'onde électromagnétique? Si l'on remarque que le disque zodiacal n'est pas un conducteur ordinaire supportant l'électricité comme le fait, par exemple, un condensateur, mais un milieu où la matière extrêmement raréfiée se présente vraisemblablement à l'état d'*ions* libres, on sera conduit à prendre pour V la valeur de 300^{km} déterminée par Thomson pour la vitesse des ions dans la décharge cathodique.

» Si l'on fait alors $T = 11$ ans dans la formule (1), on trouve pour D une valeur dont l'ordre de grandeur est entièrement comparable à celui des dimensions de la nébuleuse solaire. »

OPTIQUE. — *Double réfraction accidentelle des liquides mécaniquement déformés*. Note de M. G. DE METZ, présentée par M. H. Poincaré.

« On s'occupe depuis longtemps du phénomène de la double réfraction accidentelle dans les liquides. C'est à Maxwell (1866) et à M. Mach (1872) que l'on doit les premières recherches de ce genre. Plus tard, avec des moyens plus perfectionnés, MM. Kundt, de Metz, Umlauf, Hill et Almy ont notablement élargi le sujet, en indiquant les liquides qui sont doués de cette propriété optique, savoir les huiles végétales ou animales et les dissolutions de quelques colloïdes. Plusieurs de ces auteurs ont vainement essayé de franchir la limite inattendue qui semble se présenter.

» Sans entrer ici dans des détails historiques, je dirai simplement que

Maxwell a trouvé pour la première fois la double réfraction accidentelle en agitant une spatule convenablement dirigée dans le baume de Canada. M. Mach, un peu plus tard, l'a retrouvée d'une manière indépendante, en fléchissant rapidement le verre et la colophane fondus, et en pressant brusquement une solution aqueuse d'acide métaphosphorique et de baume de Canada, très épais l'un et l'autre, presque solides. Depuis lors, on a abandonné ces méthodes simples pour d'autres plus compliquées, mais qui paraissaient plus fructueuses. Je me permets de présenter ici quelques résultats qui se rattachent à ceux de Maxwell et de M. Mach.

» Ma méthode est fort simple en principe. Elle consiste à placer le corps étudié, liquide ou en état de gelée, entre deux nicols dont les sections principales sont croisées à angle droit et font, en même temps, un angle de 45° avec l'horizon. Le corps se trouve dans un vase spécial, en verre à glaces, ouvert dans sa partie supérieure et muni dans son intérieur de deux plaques métalliques, $3^{cm},8 \times 2^{cm}$, parallèles entre elles et mobiles dans la direction horizontale. Une disposition mécanique permet de les rapprocher ou de les éloigner brusquement, en opérant du dehors sur des tiges correspondantes. Par conséquent, le corps contenu entre ces plaques éprouve une espèce de contraction ou d'extension brusques dans la direction horizontale; il accuse alors une double réfraction instantanée, dont la grandeur dépend de la vitesse de la déformation.

» Le plus souvent, j'observais à travers le nicol analyseur l'apparition de la lumière du sodium, qui brûlait devant le nicol polariseur. Quelquefois aussi je plaçais, entre le vase à liquide et le nicol analyseur, un compensateur de Babinet, d'une construction spéciale due à M. Pellin, de Paris; je mesurais alors la différence de marche des deux rayons, en fraction de la longueur d'onde λ du sodium.

» Dans ces conditions, j'ai pu reproduire le phénomène, non seulement avec les corps presque solides cités au commencement de cette Note et étudiés par Maxwell et par M. Mach, mais aussi avec beaucoup d'autres, parmi lesquels se trouvent des corps vraiment liquides. En voici la liste, en les rangeant d'après la grandeur de la double réfraction accidentelle croissante :

Dissolution aqueuse d'acide métaphosphorique.
Silice gélatineuse.
Dissolution de dammar dans l'essence de térébenthine.
Vernis à tableaux, très vieux.
Baume de copahu Maracaïbo.
Vernis au copal, Mœwes à Berlin.
Collodion duplex, 4 pour 100.
Baume de Canada.
Térébenthine de Venise.
Vernis à tableaux, Marx à Saint-Pétersbourg.
Vernis au dammar, Marx à Saint-Pétersbourg.
Dissolution de colophane dans l'essence de térébenthine.
Gelée de carragaheen.
Gelée d'agar-agar.
Vernis au copal, Marx à Saint-Pétersbourg.
Gelée de gélatine.

» La plus petite différence de marche s'observe avec la dissolution aqueuse d'acide métaphosphorique; la plus grande, avec la gelée de gélatine.

» Pour donner une idée des valeurs absolues, il suffira de dire que, pour la gelée de gélatine, cette différence est égale à $0,9\lambda$; pour le vernis au copal de Marx, à $0,33\lambda$; pour le vernis au dammar, à $0,07\lambda$; pour le baume de Canada liquide, à $0,03\lambda$; pour les autres corps qui les précèdent dans le Tableau, la différence de marche est si petite que le compensateur ne la décèle guère, tandis que la lumière apparaît encore très bien entre les deux nicols au moment de la déformation, le compensateur étant enlevé.

» Quand on étudie le phénomène, on est tenté de le rattacher à la viscosité des corps. Ce serait là une erreur, comme on peut s'en convaincre par l'inspection du Tableau suivant, où les mêmes corps sont rangés maintenant d'après leur vitesse de dénivellement et où l'on a placé la glycérine, comme terme de comparaison. Le Tableau commence par les corps fluides et finit par les gelées, qui sont immobiles :

Vernis au dammar, Marx.
Vernis au copal, Marx.
Vernis au copal, Mœwes.
Glycérine.
Vernis à tableaux, Marx.
Collodion duplex, 4 pour 100.
Vernis à tableaux, très vieux.
Baume de copahu, Maracaïbo.
Dissolution aqueuse d'acide métaphosphorique.
Baume de Canada.
Dissolution de dammar dans l'essence de térébenthine.
Térébenthine de Venise.
Dissolution de colophane dans l'essence de térébenthine.
Silice gélatineuse.
Gelée de carragaheen.
Gelée d'agar-agar.
Gelée de gélatine.

» S'il n'y a pas de relation manifeste entre le phénomène optique et la viscosité de ces différents fluides, il y en a une pour un même fluide.

» Il suffit, par exemple, de chauffer un de ces corps pour affaiblir aussitôt sa double réfraction accidentelle. Quelquefois, le corps chaud ne montre pas trace de double réfraction, tandis que, refroidi jusqu'à la température ambiante, il la présente manifestement. Ce résultat est conforme aux recherches antérieures faites par Kundt et par moi sur la double réfraction accidentelle des huiles et des colloïdes, par la méthode compliquée des cylindres tournant à grande vitesse.

» En terminant, je dois indiquer une particularité très intéressante, qui n'a pas été signalée jusqu'ici : c'est la durée du phénomène optique. Le plus

souvent, le phénomène optique persiste aussi longtemps que la déformation mécanique; si la déformation est instantanée, la lumière apparaît dans l'œil de l'observateur et s'éteint aussitôt. Mais, pour certains liquides, le phénomène optique dure quelques instants après la déformation, et parfois quelques minutes : c'est ce qui arrive pour les vernis au dammar et au copal, de Marx, et pour le collodion. Ces substances se rapprochent donc déjà de la catégorie des *cristaux liquides* de M. Lehmann, qui possèdent la double réfraction permanente. M. Fammann a vivement combattu les idées de M. Lehmann : il attribue les phénomènes optiques observés par M. Lehmann dans la chlorestérylbenzoate, le *p.*-azoxyanisol, le *p.*-azoxyphénétol, à l'état trouble de la matière, qu'il considère comme en état d'émulsion. Il est donc important de remarquer que, dans mes expériences, le collodion et les vernis au copal sont réellement plus ou moins troubles et opalescents, mais que le vernis au dammar est tout à fait transparent, comme d'ailleurs tous les autres liquides dont il est question dans cette Note. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une nouvelle isomérie de l'azote asymétrique.* Note de M. E. WEDEKIND, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai signalé ([1]), il y a quelques années, un phénomène d'isomérie remarquable, à propos de l'iodure de benzylallylphénylméthylammonium : cet iodure se présente sous deux modifications absolument différentes, selon qu'on le prépare en faisant agir, d'une part, l'iodure d'allyle sur la méthylbenzylaniline ou l'iodure de benzyle sur la méthylallylaniline, et, d'autre part, l'iodure de méthyle sur la benzylallylaniline.

» Ces deux modifications constituent deux individus chimiques, parfaitement définis et bien cristallisés; elles ne peuvent pas être transformées l'une dans l'autre et possèdent, par conséquent, la même stabilité. J'ai supposé qu'il s'agissait ici d'une isomérie stéréochimique, due à la présence d'un atome d'azote asymétrique, et susceptible de se produire dans le cas où les radicaux rattachés à l'azote seraient suffisamment lourds.

» Les faits qui viennent d'être rappelés confirment les théories de M. Le Bel, d'après lesquelles l'isomérie optique et l'isomérie chimique peuvent se rencontrer parmi les dérivés de l'ammonium quaternaire pos-

([1]) E. WEDEKIND, *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 517, 3561.

sédant quatre radicaux hydrocarbonés différents unis à l'atome d'azote.

» La grande analogie du carbone et de l'azote asymétrique étant connue, analogie qui ressort de nos expériences ainsi que de celles de M. Le Bel et de M. W.-J. Pope, il nous a paru intéressant de préparer des corps renfermant *deux* atomes d'azote asymétrique (¹).

» J'ai réussi, en effet, à préparer, avec le concours de M. R. Oechslen, deux sels isomériques renfermant deux atomes d'azote asymétrique; ces sels prennent respectivement naissance dans l'action de l'iodure d'éthylène sur le tétrahydro-isoquinoléine-az-acétate d'éthyle et dans celle de l'iodacétate d'éthyle sur l'az-éthényl-bis-tétrahydro-isoquinoléine :

$$\text{(I)}\quad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CH^2\\ \quad\quad\;\;|\\ CH^2-Az\\ \quad\quad\;\;|\\ \quad\quad CH^2.CO^2C^2H^5\end{array}\right. \quad \begin{array}{c}I \qquad\quad I\\ CH^2-CH^2\end{array} \quad \left.\begin{array}{r}CH^2-CH^2\\ |\quad\quad\;\;\\ Az\;-CH^2\\ |\quad\quad\;\;\\ C^2H^5O^2C.CH^2\quad\;\end{array}\right\rangle C^6H^4$$

$$\text{(II)}\quad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CH^2\\ \quad\quad\;\;|\\ CH^2-Az\\ \quad\quad\;\;\;I\\ \quad CH^2.CO^2C^2H^5\end{array}\right. \!\!-CH^2-CH^2-\!\! \left.\begin{array}{r}CH^2-CH^2\\ |\quad\quad\;\;\\ Az\;-CH^2\\ I\quad\quad\;\;\\ C^2H^5O^2C.CH^2\quad\end{array}\right\rangle C^6H^4$$

» Le produit obtenu suivant l'équation (I) est très stable et bien cristallisé; l'isomère, également cristallisé, est, au contraire, si instable que la chaleur solaire ou l'eau chaude le décomposent; il suffit d'une cristallisation dans l'alcool ou dans l'éther acétique pour provoquer l'élimination d'une molécule d'éther iodacétique et la formation d'un composé très stable, qui ne renferme plus qu'un seul atome d'azote asymétrique

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CH^2\\ \quad\quad\;\;|\;\;/I\\ CH^2-Az-CH^2-CH^2-Az-CH^2\\ \quad\quad\;\;\diagdown CH^2-CO^2-C^2H^5\end{array}\right. \quad \left.\begin{array}{r}CH^2-CH^2\\ |\quad\quad\;\;\\ \\ \end{array}\right\rangle C^6H^4.$$

» Il est, par conséquent, impossible d'isomériser le second composé, car celui-ci n'existe qu'aux températures inférieures à + 50°. Le premier est, au contraire, si stable qu'on peut le maintenir à l'état fondu (vers + 170°) sans percevoir l'odeur de l'éther iodacétique.

» L'isomérie de ces composés azotés n'est pas tout à fait comparable à celle des acides α, α_1-dialcoyladipiques. En effet, dans ce dernier cas, les deux modifications prennent naissance simultanément dans la même

---

(¹) Comp. O. Aschan, *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 992.

réaction ; au contraire, chacun des isomères de l'azote décrits plus haut ne peut être obtenu que d'une seule façon [1].

» Nous avons pu constater, en effectuant des cristallisations fractionnées, que le produit de réaction (I) était absolument homogène. La même observation a été faite à propos de l'iodure d'az-éthényl-bis-méthyltétrahydroquinoléinium.

» La préparation de ces sels s'effectue de la façon suivante :

» *Isomère stable.* — 2^{mol} d'éther tétrahydro-isoquinoléine-az-acétique et 1^{mol} d'iodure d'éthylène sont chauffées doucement jusqu'à dissolution complète; on laisse ensuite reposer le mélange pendant 8 jours et l'on fait cristalliser dans l'alcool éthéré le produit, qui a pris une consistance visqueuse. On obtient ainsi de petites tables fusibles à 168°-169°. L'analyse a donné les résultats suivants : I pour 100, 35,56; la formule $C^{28}H^{38}O^4Az^2I^2$ exigerait : I pour 100, 35,28.

» *Isomère instable.* — L'éthényl-bis-tétrahydro-isoquinoléine nécessaire à cette préparation a été obtenue en mélangeant 2^{mol} de tétrahydro-isoquinoléine avec 1^{mol} de bromure d'éthylène. Après 12 heures, la masse est reprise par très peu d'alcool, additionnée de soude et épuisée par l'éther. L'extrait éthéré est évaporé, et le résidu dissous dans de l'éther de pétrole en présence du noir animal; la solution filtrée abandonne, par évaporation dans le vide à froid, des cristaux presque incolores, fusibles vers 95°.

» L'analyse de ce corps a fourni les chiffres suivants : carbone pour 100, 80,90; hydrogène pour 100, 8,6. La formule $C^{20}H^{24}Az^2$ exigerait : carbone pour 100, 81,19; hydrogène pour 100, 8,22.

» L'éthényl-bis-tétrahydro-isoquinoléine a été chauffée en vase clos pendant 2 heures à 50° avec un grand excès d'éther iodacétique. Après refroidissement, la masse solide est broyée et lavée avec de l'éther qui enlève l'iodacétate d'éthyle et qui la transforme en une poudre jaune répondant à la formule $C^{28}H^{38}Az^2O^4I^2$.

» L'analyse du produit brut a conduit aux résultats suivants : trouvé, I pour 100, 34,27; théorie, I pour 100, 35,28.

» Le sel ainsi obtenu fond vers 52° en foisonnant et en éliminant de l'éther iodacétique. Chauffé avec de l'eau, il se décompose en iodacétate et en l'iodure $C^{24}H^{31}Az^2O^2I$ très stable, qui a été mentionné plus haut et qui fond à 158°. (Dosage d'iode : trouvé, I pour 100, 25,61; calculé, 25,1.)

» On arrive au même résultat lorsqu'on conserve l'isomère instable quelque temps dans un vase fermé.

---

[1] M. O. Aschan avait indiqué, dans une Note préliminaire (*Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 993), que l'action de l'iodure de méthyle sur l'éthényl-bis-pipéridine donnait naissance à deux sels différents; M. Aschan m'a prié d'annoncer que des recherches ultérieures lui ont démontré l'identité de ces sels. Ce résultat vient confirmer mes propres observations.

» *Conclusions*. — En résumé, la présence de *deux* atomes d'azote asymétrique dans une molécule paraît rendre possible l'existence de sels d'ammonium stéréo-isomériques, qui prennent naissance dans des réactions différentes. Nous cherchons actuellement à trouver de nouveaux exemples de cette isomérie, et nous nous proposons d'appliquer la méthode de M. Pope à la forme stable, qui pourrait être dédoublée en les deux isomères actifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde benzène-azobenzoïque*. Note de **M. P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré, dans une précédente Note ([1]), qu'il n'est pas possible d'appliquer la réaction de Friedel et Crafts à l'azobenzène ou à ses dérivés, et de préparer, par ce procédé, des composés du type

$$C^6H^5.Az = Az.C^6H^4.CO.R.$$

» On peut, par contre, réaliser très facilement la synthèse de ces derniers, en appliquant à un mélange de dérivés nitrés la méthode générale de préparation des hydrazoïques et des azoïques :

$$C^6H^5.AzO^2 + AzO^2.C^6H^4.R + 10H = C^6H^5.AzH.AzH.C^6H^4.R + 4H^2O.$$

» J'ai obtenu ainsi l'aldéhyde benzène-azo-*p*.-benzoïque

$$C^6H^5.Az = Az.C^6H^4.CHO(4),$$

dont je décrirai ici la formation et les principales propriétés.

» Un mélange équimoléculaire de nitrobenzène (50^g) et d'acétal diméthylique de l'aldéhyde *p*.-nitrobenzoïque (80^g) est dissous dans 500^{cm^3} d'alcool à 80 pour 100 et additionné de lessive de soude à 36 pour 100 (90^g); cette solution est chauffée vers 80° et traitée peu à peu par de la poudre de zinc, selon la méthode habituelle, jusqu'à décoloration complète; la liqueur est ensuite filtrée à chaud et oxydée par l'oxyde jaune de mercure, de façon à transformer les hydrazoïques en azoïques.

» J'ai obtenu, dans ces conditions, un mélange d'azobenzène, d'acétal benzène-azobenzoïque et d'acétal *p*.-azobenzoïque

$$(CH^3O)^2.CH.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CH(OCH^3)^2.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 465.

La séparation de ces trois corps peut être effectuée, partiellement du moins, par le procédé suivant :

» Une première cristallisation dans l'alcool bouillant permet d'isoler la majeure partie de l'acétal symétrique qui est très peu soluble à froid. Les eaux mères alcooliques sont ensuite évaporées et le résidu est soumis à la distillation dans le vide. L'azobenzène distille d'abord vers 175° sous 15^{mm}; de 175° à 215°, il passe un mélange d'azobenzène et de mono-acétal; puis, de 215° à 220°, du mono-acétal sensiblement pur, et enfin, au delà de 220°, un mélange des deux acétals qu'il est très difficile de dédoubler.

» Le mélange d'azobenzène et de mono-acétal a été chauffé pendant une demi-heure au bain-marie avec un excès d'acide sulfurique à 20 pour 100, opération qui a pour résultat de mettre l'aldéhyde en liberté. Le produit est ensuite cristallisé une ou deux fois dans l'alcool, puis dans l'acétone; l'aldéhyde, beaucoup moins soluble que l'azobenzène, se dépose en premier; on en achève la purification par des lavages à l'éther de pétrole.

» Les rendements n'ont pas été déterminés exactement; cependant, l'évaluation approximative de l'azobenzène formé permet d'admettre que la moitié au moins du produit de la réaction est constituée par de l'acétal mixte.

» L'*aldéhyde-azo-p.-benzoïque* [1] cristallise dans l'acétone en grandes paillettes d'un rouge saumon, douées d'un très vif éclat, solubles dans les liquides organiques, sauf dans l'éther de pétrole. Elle fond à 120°,5 et se laisse sublimer très facilement; son odeur, à peine perceptible à froid, très nette à chaud, se rapproche de celle de l'azobenzène. La *phénylhydrazone* cristallise dans l'alcool en petites aiguilles rouges très peu solubles, qui fondent vers 165°-166°.

» L'*aldéhyde p.-azobenzoïque*, $CHO.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CHO$, s'obtient en chauffant le diacétal correspondant avec de l'acide sulfurique dilué; elle fond à 237°-238°, tout en sublimant déjà vers 220°, et se présente sous la forme de paillettes rouge brun solubles dans l'alcool amylique et le nitrobenzène bouillants, presque insolubles dans les autres liquides organiques. La *dihydrazone* cristallise dans le nitrobenzène en aiguilles d'un rouge foncé, très peu solubles dans les dissolvants usuels; elle fond à 278°,5 en se décomposant, et se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration d'un bleu intense. Le *diacétal diméthylique* fond à 118°; il se présente sous la forme de paillettes orangées, solubles dans l'alcool chaud et dans l'éther. Tous ces composés ont fourni à l'analyse des chiffres satisfaisants.

» Je me propose de compléter l'étude de ces aldéhydes et d'utiliser la

---

[1] L'analyse de ce composé a fourni les chiffres suivants : trouvé, C pour 100, 74,23; H pour 100, 4,94; la formule $C^{13}H^{10}OAz^2$ exigerait : C pour 100, 74,29; H pour 100, 4,76.

même réaction pour préparer des dérivés azoïques à fonction cétonique, alcoolique et acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de la morphine par le suc de* Russula delica *Fr.* Note de M. J. BOUGAULT, présentée par M. A. Haller.

« Il y a quelques années, M. Bourquelot [1] a observé qu'une solution alcoolique de morphine additionnée de suc de *Russula delica* donne lieu à la formation d'un précipité, sans doute un produit d'oxydation de l'alcaloïde. Sur ses conseils, j'ai cherché à en déterminer la composition.

» Au lieu de morphine j'ai employé le chlorhydrate, beaucoup plus facilement soluble.

» La solution suivante à été abandonnée à l'air dans un vase à large ouverture, simplement recouvert d'une feuille de papier : chlorhydrate de morphine 2^g, eau distillée 50^{cm^3}, suc de *Russula* [2] 100^{cm^3}. Au bout de 24 heures le liquide est trouble et des cristaux microscopiques commencent à se précipiter; au bout de 3 ou 4 jours le dépôt n'augmente plus, et le liquide est redevenu limpide.

» Les cristaux recueillis alors sont exclusivement formés de chlorhydrate d'oxymorphine, dont on isole facilement la base par dissolution dans l'eau chaude et précipitation par le bicarbonate de soude.

» Pour arriver à cette identification, j'ai comparé le produit ainsi obtenu avec l'oxymorphine (je rappelle que ce corps porte également les noms de pseudomorphine, déhydromorphine, oxydimorphine) préparée par oxydation de la morphine par le ferricyanure de potassium en liqueur alcaline [3]. La comparaison des propriétés physiques des deux produits ainsi que l'analyse de leurs chlorhydrates et sulfates m'a démontré leur identité.

» Je donnerai seulement les résultats qui se rapportent au pouvoir rotatoire, parce qu'ils sont tout à fait concluants et présentent une particularité intéressante. Le pouvoir rotatoire, pris en solution alcaline, est très variable ; il diminue d'abord quand l'alcalinité augmente, passe par un minimum (que je n'ai pas déterminé) et remonte ensuite pour une alcalinité encore plus forte. Une solution contenant $1^g,087$ d'oxymorphine, 32^{cm^3} de soude $\frac{N}{10}$, et eau quantité suffisante pour 100^{cm^3}, examinée en tube de 10^{cm} après dilution avec des liquides plus ou moins alcalins, a donné les résultats

(1) *Journ. de Pharm. et Chim.*, 6e série, t. IV, 1896, p. 382.

(2) Ce suc est préparé, suivant les indications de M. Bourquelot, en triturant 1 partie du champignon frais avec 1 partie de sable et 1 partie de glycérine ($D = 1,24$); on soumet à la presse et l'on filtre.

(3) KARL POLSTORFF, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XIII, 1880, p. 87.

ci-après, avec les deux produits : oxymorphine (ferricyanure) et oxymorphine (*Russula*) :

	Oxymorphine (ferricyanure).	Oxymorphine (*Russula*).
La solution primitive	$-3°28'$	$-3°30'$
La solution avec volume égal d'eau distillée	$-1,39$	$-1,39$
» » de soude $\frac{N}{10}$	$-1,31$	$-1,32$
» » de soude $\frac{5}{100}$	$-0,42$	$-0,43$
» » de soude $\frac{30}{100}$	-1	$-1,2$

» L'identité est manifeste.

» J'ajoute que la transformation en oxymorphine est complète au bout de 10 jours (peut-être avant); en effet, les eaux mères de la préparation mentionnée plus haut, examinées au bout de 10 jours, ne contenaient plus trace de morphine.

» Cette transformation de la morphine, par un suc végétal oxydant, donne à penser que le même alcaloïde, introduit dans l'organisme par voie stomacale ou hypodermique, doit subir la même transformation sous l'influence des oxydations dont l'organisme est le siège. La possibilité d'une semblable oxydation a déjà été envisagée par plusieurs expérimentateurs, mais les résultats de leurs recherches ont été très variables : les uns n'ont pas trouvé d'oxymorphine, tandis que d'autres en ont toujours rencontré, quelquefois même à l'exclusion de la morphine.

» Je n'ai pas encore d'expériences personnelles à apporter sur cette question. Je me contenterai d'appeler l'attention sur quelques points importants à considérer dans la recherche de l'oxymorphine.

» C'est d'abord l'insolubilité, déjà signalée, de cet alcaloïde, et dont l'exemple suivant donnera une idée :

» J'ai vérifié que 200^{cm^3} de chloroforme, d'alcool amylique, d'éther acétique, d'éther ordinaire ne dissolvent pas 1^{cg} d'oxymorphine. Le dissolvant le plus convenable pour enlever l'oxymorphine à un mélange complexe est l'alcool amylique ammoniacal, indiqué par Lamal (1).

» Il ne faudra pas oublier non plus que les sels à acides minéraux sont peu solubles dans l'eau (le chlorhydrate est le plus soluble : 1 pour 70), moins solubles encore dans l'eau acidulée et dans l'alcool. Les sels à acides organiques (oxalate, tartrate) sont assez facilement solubles dans l'eau en

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Méd. de Belgique*, 1888.

présence d'un excès d'acide, mais l'alcool ne les dissout pas et d'autant moins qu'il est plus concentré : 100^{cm^3} d'alcool absolu (en réalité $99°,6$) additionnés de 2^g acide tartrique ne dissolvent pas 1^{cg} d'oxymorphine.

» S'agit-il maintenant de séparer un mélange de morphine et d'oxymorphine, la transformation en sulfates me paraît indiquée; le sulfate de morphine est bien soluble dans l'eau, le sulfate d'oxymorphine très peu ($\frac{1}{500}$ environ) [1]. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la lipase du sang.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans des Notes récentes, MM. Doyon et Morel ont contesté l'existence de la lipase dans le sérum et dans le sang, en se fondant sur ce fait que ces liquides ne saponifient pas l'huile ajoutée. Il est vrai que dans une expérience récemment publiée (*Société de Biologie*, 1902, p. 183) j'ai cru avoir réalisé ce dédoublement; mais n'ayant pu le répéter avec d'autres sérums, j'admets avec MM. Doyon et Morel qu'il y a eu dans ce cas contamination.

» Mais, cette expérience écartée, la question de l'existence de la lipase dans le sang reste tout entière, et il importe de voir si les observations de MM. Doyon et Morel suffisent pour l'infirmer.

» Le fait que l'huile n'est pas dédoublée par le sérum tient vraisemblablement à ce qu'elle n'est pas mouillée et, dès lors, le ferment ne peut agir, puisqu'il n'est pas en contact avec la matière grasse. Voici, du reste, ce que je disais dans la Note des *Comptes rendus* (1896) où j'annonçais la découverte de ce ferment : « Les graisses » naturelles se prêtent mal à cette étude; par leur insolubilité, par celle des acides gras » qui résultent de leur dédoublement, elles ne sont guère mouillées par le sang, qui n'a » sur elles qu'une action fort lente. Aussi me suis-je d'abord adressé aux éthers des » acides gras proprement dits et particulièrement à un éther peu soluble dans l'eau » mais facilement émulsionnable, la monobutyrine découverte par M. Berthelot qui a » signalé sa facile saponification par le suc pancréatique ».

---

(1) Pour caractériser des traces de produit, je recommande la réaction suivante : dissoudre une parcelle du produit dans SO^4H^2 conc., et ajouter une goutte d'une solution très diluée de formol; il se produit une coloration verte. On sait que la morphine, dans les mêmes conditions, donne une coloration rouge violacé très foncée.

Cette réaction est beaucoup plus nette que celles, peu nombreuses du reste (réactif de Fröhde, SO^4H^2 et nitrite de soude), qui ont été signalées jusqu'ici.

» J'ai montré, depuis, qu'un nombre considérable d'éthers de divers acides gras, tant de la glycérine que des autres alcools, étaient saponifiés par le sérum, et j'ai appelé *lipase* le ferment auquel sont dues ces réactions. Avant d'affirmer que la lipase n'existe ni dans le sérum ni dans le sang, MM. Doyon et Morel auraient dû démontrer que les faits que j'ai annoncés étaient inexacts; c'est ce qu'ils ont négligé de faire.

» J'ai établi que cette lipase dédouble les corps gras qui sont dans le sang. MM. Doyon et Morel ont répété mon expérience, et je rapporte ici les chiffres mêmes qu'ils ont publiés et qu'ils m'opposent (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 622).

		Graisses.	Acides gras combinés à l'état de savons.	Acides gras libres.	Glycérine.
I. Sang de chien	à l'origine......	4,234	0,581	0,320	néant
	après 96 heures d'étuve......	0,70	0,816	0,507	néant
II. Sérum de cheval ...	à l'origine......	3,05	0,21	0,40	néant
	après 144 heures d'étuve......	0,77	0,55	0,98	néant

» On voit que, dans la première expérience, il a disparu $3^{g},534$ de graisse, tandis que les acides gras libres ou à l'état de sels augmentaient de $0^{g},422$. Dans la deuxième, les graisses diminuaient de $2^{g},28$ et les acides s'accroissaient de $0^{g},92$.

» Donc, l'expérience de MM. Doyon et Morel montre que 12 pour 100 de la graisse disparue dans le cas du sang, 42 pour 100 dans le cas du sérum, apparaissent sous forme d'acides gras, ce qui vient confirmer ce que j'ai annoncé que les graisses se saponifient dans le sang. Il est à remarquer que, d'après leurs expériences mêmes, la saponification est quatre fois plus forte dans le sérum que dans le sang, bien que dans leurs conclusions ils annoncent le contraire.

» Ils n'ont pu déceler, il est vrai, la glycérine dans le sang et ils invoquent ce fait comme un argument contre la saponification. Or, la quantité de $0^{g},47$ d'acides gras qui s'est formée pendant leur expérience correspond à $0^{g},051$ de glycérine seulement. Il est malheureux qu'ils aient négligé de faire connaître la méthode qui permet de retrouver avec certitude, dans un litre de sang, cette quantité de glycérine, et même une quantité beaucoup plus grande.

» Enfin, MM. Doyon et Morel ont établi que, dans le cas du sang, le dédoublement des éthers n'a pas lieu dans le vide; or j'ai montré que les réducteurs détruisaient la lipase. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que, dans un milieu réducteur comme est le sang privé d'oxygène, la lipase ne puisse agir.

» En résumé, comme on le voit, les expériences de MM. Doyon et Morel ne fournissent aucun argument contre celles qui m'ont permis d'établir l'existence de la lipase. Bien plus, elles les confirment en montrant que 12 pour 100 des graisses du sang, 42 pour 100 des graisses du sérum sont dédoublées ainsi que je l'avais annoncé.

» Quant à la non-saponification des huiles surajoutées, non-saponification qui est réelle, j'espère pouvoir établir prochainement quelle en est la véritable cause. »

BOTANIQUE. — *Sur le caryophysème des Eugléniens.* Note de M. P.-A. DANGEARD, présentée par M. Guignard.

« Nous avons observé, dans le cours de nos « Recherches sur les Eugléniens » ([1]), une épidémie qui s'est développée avec une grande intensité sur l'*Euglena deses*. Dans cette maladie, le noyau subit une hypertrophie considérable : son volume atteint les deux tiers du volume total de la cellule.

» Ce n'est pas sans difficulté que nous avons réussi à déterminer la cause de cette altération : les individus attaqués perdent leurs chloroleucites ; ils deviennent incolores, leur cytoplasme renferme de nombreux granules rougeâtres ayant l'aspect de résidus. La cellule continue ses mouvements pendant plusieurs semaines, mais elle ne se divise plus.

» Le noyau de l'*Euglena deses* est constitué normalement par une masse nucléaire, d'apparence homogène et allongée en forme de biscuit ; au centre se trouve un nucléole unique ou fragmenté en plusieurs corpuscules distincts ; ce noyau occupe le centre de la cellule.

» Au début de la maladie, le nucléole est remplacé peu à peu par une vacuole à l'intérieur de laquelle on aperçoit des corpuscules dont il est impossible à ce moment de préciser la nature ; plus tard, la masse nucléaire devient réticulée ; la chromatine se trouve reléguée à la surface, en calottes minces irrégulières. Le noyau augmente alors de volume dans des proportions considérables ; son intérieur est divisé en compartiments irréguliers, limités par des trabécules de substance chromatique.

» On constate, à l'aide de bonnes colorations, que ces compartiments sont occupés par une agglomération de corpuscules arrondis, serrés étroitement les uns contre les autres : le noyau est rempli par une zooglée qui n'est pas sans analogie avec celle de l'*Ascococcus Billrothii*.

» Nous proposons de désigner cette bactérie parasite du noyau des Eugléniens sous le nom de *Caryococcus hypertrophicus*.

» Ce parasite est intéressant à plusieurs points de vue que nous allons indiquer brièvement.

» En effet, on n'a pas jusqu'ici d'exemples de Bactéries vivant exclusi-

---

([1]) P.-A. DANGEARD, *Le Botaniste*, 8e série, fascicules 2-6, juin 1902.

vement à l'intérieur du noyau cellulaire; peut-être trouvera-t-on des cas analogues dans les cellules des organismes supérieurs, maintenant que l'attention est sollicitée de ce côté.

» Le nombre des parasites nucléaires connus est excessivement restreint; nous en avons signalé un précédemment chez les Amibes ([1]); il appartient à la famille des Chytridinées.

» La découverte du *Caryococcus hypertrophicus* nous fournira un nouveau moyen d'étudier l'influence du noyau sur la vie de la cellule. Nous constaterons dès à présent que l'envahissement du noyau par le parasite n'entraîne pas la mort de la cellule; il supprime la nutrition holophytique par destruction des chloroleucites. Mais les grains de paramylon persistent; l'Euglène continue de se mouvoir, mais elle ne se divise plus. »

BOTANIQUE. — *Sur une action permanente qui tend à provoquer une tension négative dans les vaisseaux du bois.* Note de M. **H. Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait depuis longtemps que les vaisseaux ligneux contiennent souvent de l'air, et que cet air est plus ou moins déprimé, c'est-à-dire que sa pression est plus faible que celle de l'air libre. On attribue une grande importance à cette faible pression pour la circulation de la sève. Quant à la cause de cette dépression elle-même, on l'attribue, depuis von Höhnel, au *vide transpiratoire*. Les vaisseaux, d'abord plus ou moins remplis d'eau, perdent celle-ci par suite de la transpiration des feuilles, et cette eau ne serait pas remplacée par de l'air, parce que les parois des vaisseaux seraient sensiblement imperméables aux gaz.

» Cette assertion n'est qu'approximativement exacte; en réalité, les parois sont perméables; l'air peut entrer, quoique lentement ([2]); la dépression d'origine transpiratoire ne peut donc se maintenir, et l'air gazeux que l'on trouve dans les vaisseaux provient de cette pénétration continuelle.

([1]) P.-A. Dangeard, *Mémoire sur les parasites du noyau et du protoplasma* (*Le Botaniste*, 4e série, p. 199).

([2]) Voir Devaux, *Échanges gazeux des tiges ligneuses* (*Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 3 mars 1898).

» La dépression transpiratoire est donc un phénomène *toujours momentané*, et, si une autre cause n'intervenait pas, on observerait tantôt une dépression, tantôt une compression vasculaire, en toutes saisons; la dépression ne se maintiendrait pas durant de longues périodes, comme ceci a lieu en réalité avec de simples oscillations.

» Cette difficulté n'avait pas échappé aux auteurs qui ont étudié ces phénomènes; Boehm dans ses Mémoires, Pfeffer dans son *Traité de Physiologie* (1) y font allusion. Il faut qu'il existe quelque part une cause active constante qui rétablisse toujours la dépression, au moins en partie. Cette cause existe en effet; la Note actuelle a pour but de le démontrer.

» Tout d'abord il est facile de constater *qu'une dépression s'établit dans les vaisseaux même en l'absence de toute transpiration sensible.*

» Des fragments de tige dépourvus de feuilles et maintenus en atmosphère humide la montrent manifestement. Je l'ai observée, par exemple, en mars, sur la Vigne, le Prunier, le Noisetier, le Chataignier, l'Ormeau, le Robinia.

» De plus, si l'on fait l'analyse de l'air contenu dans les vaisseaux, on voit que la dépression est due *uniquement* au manque d'oxygène. Le gaz carbonique y a naturellement une pression sensible, supérieure à la pression insignifiante qu'il possède dans l'air libre. Quant à l'azote, il possède une pression propre (calculée en tenant compte de la dépression totale) égale ou un peu supérieure à la pression qu'il possède dans l'air atmosphérique.

» Pour un sarment de Vigne, par exemple, étudié en mars 1899, et maintenu au laboratoire, l'atmosphère des vaisseaux avait la composition suivante :

CO^2	2,88
O	9,38
Az	87,74

» La pression totale était de 53mm plus basse que la pression atmosphérique; elle avait donc comme valeur $\frac{760-53}{760} = 0^{atm},92$, et chaque gaz avait comme pression propre, en centièmes d'atmosphère :

CO^2	2,65
O	8,63
Az	80,72
	92,00

(1) Pfeffer, *Pflanzenphysiologie*, erster Band, p. 185. Leipzig; 1897.

tandis que, au même moment, l'air du laboratoire analysé avait comme composition :

CO^2	0,16
O	20,26
Az	79,58
	100,00

proportions qui représentent aussi les pressions partielles en centièmes d'atmosphère.

» Ces chiffres montrent que la dépression observée est due exclusivement à l'oxygène. Or, la portion de ce gaz qui manque a été prise par la respiration. Mais celle-ci a dû produire un volume presque équivalent de CO^2, les $\frac{8}{10}$ d'après mes déterminations du coefficient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$. Si ce CO^2 n'atteint pas cependant une pression plus forte, c'est sans doute parce qu'il sort plus facilement que l'oxygène ne rentre. J'ai en effet montré, dans un autre travail, que c'est bien ce qui a lieu, les échanges gazeux à travers les parois des vaisseaux sont *osmotiques,* et le gaz carbonique passe bien plus facilement que l'oxygène.

» S'il en est ainsi, la dépression observée est due indirectement à la respiration. Les cellules vivantes intra-vasculaires transforment sans cesse l'oxygène peu diffusible en CO^2 très diffusible. *Pour qu'un régime permanent s'établisse,* permettant l'entrée de 10^{vol} d'oxygène contre la sortie de 8^{vol} de CO^2, *il faut alors nécessairement que la pression propre de l'oxygène baisse beaucoup plus que la pression propre de* CO^2 *ne monte. Telle est la vraie cause de la dépression observée.*

» On peut avoir une preuve directe de la vérité de cette explication en faisant varier l'intensité de la respiration, au moyen de la température; on observe alors que la dépression intra-vasculaire varie dans le même sens que l'intensité de la respiration : faible quand la respiration est faible, elle devient notable quand la respiration devient forte. On observe en même temps que l'atmosphère des vaisseaux acquiert une composition correspondante comme le montre le Tableau suivant, établi pour un sarment de Vigne (sans feuilles).

Atmosphère interne des vaisseaux.		Température.		
		5° à 10°.	17° à 18°.	35°.
Pressions partielles en centièmes d'atmosphère.	CO^2	1,30	2,65	8,37
	O	14,50	8,63	0,20
	Az	79,50	80,72	80,65
Pression totale		95,30	92,00	89,22

» Bien entendu les précautions nécessaires avaient été prises pour éviter toute transpiration sensible.

» On voit que la pression totale de l'air contenu dans les vaisseaux : 1° *Se maintient constamment plus basse que la pression atmosphérique;* 2° *Qu'elle est d'autant plus basse que la température est plus élevée;* 3° *Que cette dépression est certainement due à la respiration, l'oxygène surtout marquant une dépression très forte, très incomplètement compensée par le* CO^2 *produit. Quant à l'azote, il conserve sa pression propre à* $\frac{1}{100}$ *près.*

» La dépression de l'air contenu dans les vaisseaux reconnaît donc une autre cause que le *vide transpiratoire :* il existe aussi une *dépression d'origine respiratoire,* cause d'action plus faible que la première, comme intensité, mais qui, en revanche, agit sans cesse et toujours dans le même sens, ce que ne peut faire la transpiration. »

PÉTROGRAPHIE. — *Les roches volcaniques de la Martinique.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai fait voir, dans une Note précédente, que les roches volcaniques de la Martinique antérieures à l'éruption actuelle peuvent être divisées *au point de vue minéralogique* en quatre groupes : 1° *dacites,* renfermant des phénocristaux de quartz, d'hypersthène, de hornblende, de biotite et de labrador; 2° *andésites à hypersthène,* riches en phénocristaux de plagioclases (andésites et labradors) et d'hypersthènes, avec, parfois, un peu d'augite et de hornblende; 3° *labradorites à hypersthène,* contenant des phénocristaux plagioclases (au moins aussi basiques que les labradors comme moyenne), d'hypersthène et d'augite, avec, parfois, de la hornblende et, presque toujours, des microlites d'hypersthène; 4° *labradorites augitiques* à facies basaltique.

» Au moment de partir pour la mission que l'Académie a bien voulu me confier, il m'a paru utile de compléter ces données minéralogiques par une première approximation de la composition chimique de ces roches. J'ai choisi, parmi les quatre types précités, l'échantillon qui m'a paru en représenter la composition moyenne, et j'ai prié M. Pisani de vouloir bien en faire l'analyse; les résultats sont donnés ci-après, en même temps que la composition des cendres des éruptions de 1851 et de 1902.

» *a.* Dacite du pic de Carbet.

» *b.* Cendre des 2-3 mai 1902 (Montagne Pelée).

» *c*. Cendre et lapillis de l'éruption de 1851.

» *d*. Coulées formant de hautes falaises dans la partie occidentale de la Montagne Pelée (pierre à bâtir de la ville de Saint-Pierre) : andésite à hypersthène à pâte poreuse.

» *e*. Andésite à hypersthène, avec un peu d'augite, à pâte compacte brune (bloc dans la brèche andésitique au-dessus de Carbet).

» *f*. Labradorite à hypersthène à facies doléritique.

» *g*. Labradorite augitique à facies basaltique. Fort-de-France.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*f*.	*g*.
SiO^2	60,12	59,40	60,15	60,25	60,22	58,10	53,21
TiO^2	0,52	0,30	0,39	0,37	0,52	0,64	1,69
Al^2O^3	20,90	18,51	18,31	20,30	19,50	20,11	18,81
Fe^2O^3	2,53	0,77	2,79	1,35	1,38	3,37	5,15
FeO	3,94	4,59	3,33	4,72	4,15	4,20	6,45
MgO	2,60	2,45	2,88	3,34	3,25	3,37	4,54
CaO	5,12	6,97	5,75	6,05	7,52	6,89	5,85
Na^2O	2,96	3,77	3,11	3,40	3,10	2,33	2,46
K^2O	1,11	0,86	1,61	0,98	1,55	1,37	1,08
Perte au feu	1,25	3,12	3,00	0,62	0,75	0,87	0,50
	101,05	100,73	101,32	101,38	101,94	101,25	99,84

» Je discuterai ultérieurement ces diverses analyses quand j'aurai recueilli de plus nombreux matériaux d'étude. Je ferai remarquer seulement combien sont peu étendues les variations de composition chimique entre tes termes extrêmes de cette série pétrographique qui ne renferme ni roches très acides, ni roches très basiques. Les cendres des éruptions de 1902 et de 1851 sont sensiblement identiques aux matériaux andésitiques plus anciens; et les produits rejetés par la Montagne Pelée n'ont guère varié dans le temps ; toutes ces roches ont d'ailleurs la même composition minéralogique.

» Il n'en est plus de même pour la dacite dont l'analyse est donnée en *a* : cette roche renfermant du quartz bipyramidé ne diffère guère, au point de vue chimique, des andésites dépourvues de quartz. La différence de structure existant entre ces dacites et ces andésites fournit probablement la clef de ces différences minéralogiques. Tandis que les andésites ont la structure des roches d'épanchement rapidement consolidées et qu'elles sont toutes riches en verre acide, les dacites, au contraire, sont holocristallines et microgrenues; elles offrent l'analogie la plus grande avec les roches constituant les laccolites des monts Henry et avec l'estérellite de

Saint-Raphaël [1] qui, d'après les récents travaux de M. Michel Lévy, forme un véritable laccolite. On peut donc s'attendre à voir les dacites du pic de Carbet se présenter dans des conditions analogues, ayant permis la production de quartz libre.

» Quant aux différences de composition chimique existant entre les deux types de labradorites et les andésites, elles sont telles que le faisait prévoir leur composition minéralogique. »

SÉROTHÉRAPIE. — *Production d'un sérum polyvalent préventif et curatif contre les pasteurelloses.* Note de MM. **Lignières** et **Spitz**, présentée par M. E. Roux.

« Dès 1897 l'un de nous affirmait la possibilité d'obtenir des sérums spécifiques contre les pasteurelloses.

» Les recherches que nous avons poursuivies depuis lors nous ont conduits aux conclusions suivantes :

» 1° Chaque pasteurellose peut être combattue efficacement par un sérum spécifique *monovalent*.

» Cette constatation n'est pas nouvelle; elle a déjà été faite pour le *choléra des poules* par Kitt et par Leclainche; pour la *schweine seuche* par Kitt et Mayr, par de Schweinitz et par Leclainche; nous avons étendu le principe à toutes les pasteurelloses (équine, bovine, ovine, porcine, canine et aviaire); mais il semble que jusqu'à présent aucun des sérums obtenus ne s'est montré suffisamment actif pour être appliqué dans la pratique.

» 2° Chaque sérum *monovalent* exerce une action nettement préventive et curative sur toutes les pasteurelloses; mais cette action est toujours beaucoup plus accusée à l'égard de la *pasteurella* utilisée pour la production du sérum.

» 3° Si l'on met à profit ces constatations qui montrent bien l'étroite parenté des diverses *pasteurella* et l'adaptation de chacune d'elles à une espèce animale déterminée, il est possible d'obtenir un sérum *polyvalent* applicable au traitement préventif et curatif de toutes les pasteurelloses.

» *Préparation du sérum.* — Même chez le cheval, qui est l'animal de choix, il est

---

[1] Cette analogie se poursuit dans la comparaison avec les analyses de l'estérellite (voir *Bull. Carte géol.*, t. IX, n° 57, 1897).

toujours difficile d'obtenir un sérum très actif; le cheval est très sensible à l'action des pasteurella; au cours de l'immunisation, nombre de sujets succombent, soit à l'infection, soit à l'immunisation.

» On ne sait pas encore préparer des toxines pasteurelliques suffisamment actives; il fallait donc renoncer à obtenir un sérum antitoxique et se borner à préparer un sérum anti-infectieux. Voici comment nous y sommes parvenus :

» 1° *Produits immunisants.* — Les injections répétées de cultures chauffées à 55°, ou traitées par le chloroforme, ne donnent que des sérums peu actifs, inefficaces dans la pratique. Les injections de cultures très virulentes déterminent fréquemment des accidents graves, parfois mortels, même chez des animaux depuis longtemps en cours d'immunisation. Pour éviter ces accidents, nous employons uniquement des cultures mixtes en bouillon peptone, obtenues par un ensemencement de six pasteurella (équine, bovine, ovine, porcine, canine et aviaire) entretenues depuis plusieurs années au laboratoire et dont la virulence s'est légèrement atténuée par plus de 500 passages sur gélose.

» 2° *Technique de l'immunisation.* — Les doses massives de virus peuvent causer des accidents graves, même chez les chevaux que l'on croyait le plus solidement immunisés; il est bien préférable d'inoculer de petites doses, 5^{cm^3} à 20^{cm^3} au plus, et de répéter fréquemment les inoculations à quelques jours d'intervalle; les premières injections sont faites sous la peau; dès que l'animal possède un certain degré d'accoutumance, on peut injecter dans les veines.

» A chaque inoculation, le cheval éprouve une vive réaction : hyperthermie, sudation abondante, diarrhée profuse, accélération de la respiration et du pouls; parfois, on observe de la dyspnée et un état typhique plus ou moins intense; plusieurs fois nous avons vu survenir, dans les 24 heures, de la fourbure des membres antérieurs; mais ces troubles sont ordinairement passagers et, après 2 ou 3 jours, tout est revenu à l'état normal.

» *Action du sérum polyvalent.* — Le sérum est à la fois préventif et curatif; l'expérience a prouvé son efficacité contre les diverses pasteurelloses, et notamment contre celles du cheval et du chien.

» Dans les formes graves de l'infection typhique, si l'on intervient au début, alors que la température est à 40°,5, 41° et plus, il suffit de faire une injection intraveineuse de 40^{cm^3} à 60^{cm^3} de sérum pour juguler l'infection; la fièvre tombe, la prostration disparaît, la guérison survient en quelques jours.

» Dans les formes subaiguës, où la fièvre est peu accusée (39° à 39°,5), le sérum provoque au contraire une hyperthermie notable, mais très passagère; en 10 à 12 heures la température est retombée aux environs de la normale et s'y maintient.

» L'injection intraveineuse de sérum est encore le traitement de choix de la pneumonie infectieuse du cheval; si l'on intervient hâtivement, 24 ou 36 heures après le début, il suffit le plus souvent d'une seule injection pour juguler l'infection. Les chevaux de la même écurie qui sont soumis au traitement ordinaire prennent une pneumonie grave, souvent mortelle. Si la pneumonie est à la période d'état, le sérum, encore utile, est beaucoup moins efficace, en raison des infections secondaires (streptococcie gourmeuse) qui ont envahi le poumon.

» Dans le cas de fourbure aiguë accusant le début de l'infection typhique, l'injection

intraveineuse de sérum est encore le traitement de choix : les phénomènes locaux disparaissent rapidement sans laisser de trace, et la température tombe presque aussitôt.

» Les injections de sérum polyvalent, intraveineuses (5^{cm^3} à 10^{cm^3}) ou sous-cutanées (15^{cm^3} à 30^{cm^3}), donnent les mêmes résultats excellents dans le traitement de la pasteurellose canine, même quand elle est localisée au poumon; mais seulement à la condition d'intervenir hâtivement; le sérum est sans action contre les infections secondaires si fréquentes et si graves chez le chien pneumonique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la recherche et la présence de la présure dans les végétaux*. Note de M. **Maurice Javillier**, présentée par M. Roux.

« On connaît depuis fort longtemps la propriété que possèdent certains sucs végétaux de coaguler le lait. Il y avait donc lieu de penser que ces sucs renferment un ferment analogue ou identique au ferment *lab* de l'estomac des Mammifères en lactation. La recherche systématique du ferment a été réalisée par un grand nombre d'expérimentateurs [1]. Ils l'ont trouvé dans une vingtaine d'espèces végétales, dans les feuilles, les fruits ou les graines. Mais il est curieux d'observer qu'aucune expérience n'ait été tentée avec le souci d'éviter rigoureusement l'intervention des microorganismes. Le nombre des microbes susceptibles de coaguler le lait est extrêmement considérable, et il ne semble pas qu'aucun des expérimentateurs ait songé à stériliser le lait destiné aux essais; d'autre part, les sucs végétaux, aussi facilement fermentescibles que le lait lui-même, apportent avec eux nombre de germes, et il est également de toute nécessité de les en priver.

» J'ai donc repris ces essais en opérant dans des conditions rigoureuses d'asepsie. J'ai choisi comme sujet d'expérience l'ivraie, dont l'étude n'a pas été faite au point de vue qui m'occupe ici, et dont la richesse en pectase et en laccase est connue depuis les travaux de M. G. Bertrand.

» La plante, récoltée en avril, est broyée, puis exprimée fortement pour en extraire le suc; celui-ci est aussitôt saturé de chloroforme; on l'abandonne à lui-même pendant 24 heures dans un flacon bouché et à l'obscurité. Il se fait un coagulum abondant; on filtre au papier, puis à la bougie poreuse.

---

(1) Baginski, *Z. f. physiol. Ch.*, t. VII, 1883, p. 209. — Léa, *Proc. Roy. Soc.*, t. XXXVI, 1883, p. 55. — Green, *Proc. Roy. Soc.*, t. XLVIII, 1890, p. 391. — Peters, *Untersuch. üb. das Lab.* Dissert. Rostock, 1894, etc.

» On prépare des tubes renfermant chacun 10^{cm^3} de lait; on les stérilise par quatre chauffages successifs à 24 heures d'intervalle, dans la vapeur d'eau à 100°, le temps de chauffe étant à chaque fois de 20 minutes. On s'est assuré que ces tubes exposés à l'étuve ne donnent pas de coagulation, même après plusieurs semaines.

» On additionne, au moyen d'une pipette stérile, un tube de lait A de 50 gouttes de suc. Un deuxième tube B reçoit 50 gouttes de ce même suc qu'on a maintenu 15 minutes au bain-marie bouillant. On expose à l'étuve à 38°. 3 heures 30 minutes après, le tube A est coagulé; B n'a jamais présenté trace de coagulum.

» Le suc d'ivraie renferme donc une présure.

» Cette présure chauffée en tube scellé à 40° et 45° ne perd rien de son activité; à 50° elle est nettement affaiblie; entre 50° et 60° son activité décroît très vite; chauffée à 70° elle n'amène une coagulation (dans des conditions expérimentales identiques à celles que j'ai décrites) qu'au bout de 3 semaines. La diastase chauffée à 75° n'a jamais donné de coagulum.

» J'ai déterminé la température optima d'action de cette présure végétale : pour un suc, préparé en avril, et dont la légère acidité naturelle n'a pas été saturée, je l'ai trouvée voisine de 45°. A de basses températures (expériences faites à 0°, 11° et 16°) la présure de l'ivraie n'agit pas; du moins les modifications qu'elle fait subir à la caséine ne se manifestent pas par l'apparition d'un coagulum.

» La présure est très sensible à la dilution, qui en diminue la force dans de larges proportions. Elle agit bien en milieu neutre, mieux encore en milieu légèrement acide; par contre les alcalis contrarient grandement son action.

» Les sels de chaux favorisent, les oxalates retardent ou arrêtent complètement la coagulation du lait par cette présure. Elle est précipitable par l'alcool, et l'on peut, par ce moyen, obtenir une poudre douée d'un pouvoir fermentaire énergique.

» En somme, tous les caractères de la présure de l'ivraie permettent de l'identifier avec le ferment *lab* des animaux.

» La présure est extrêmement répandue chez les végétaux; je l'ai déjà rencontrée dans les espèces suivantes :

» *Anthriscus vulgaris* Pers. (tiges et feuilles). *Plantago lanceolata* L. (feuilles). *Capsella Bursa pastoris* Mœnch. (plante entière). *Geranium molle* L. (feuilles). *Ranunculus bulbosus* L. (feuilles). *Medicago lapulina* L. (feuilles). *Lamium hybridum* Vill. *Lamium amplexicaule* L. (plantes entières). *Philadelphus coronarius* (feuilles et pétales des fleurs). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une différence qualitative entre les effets excito-moteurs des courants induits de fermeture et d'ouverture.* Note de Mlle **I. Ioteyko**, présentée par M. Marey.

« Il est admis que deux causes se réunissent pour diminuer l'effet excito-moteur de l'onde faradique de fermeture par rapport à l'ouverture : c'est d'abord l'*intensité*, qui a une valeur plus faible pour la fermeture, et ensuite la *lenteur* de la variation de cette intensité. Tiegel avait assimilé les effets moteurs des courants de fermeture et d'ouverture à ceux des courants sous-maximaux et maximaux; il n'existerait pour lui qu'une différence quantitative entre les effets des deux ondes.

» Or, de l'étude présente se dégage la possibilité de séparer ce qui, dans l'effet mécanique des deux ondes, est dû à une différence d'intensité du courant, et ce qui est dû à la différence de rapidité dans la variation du potentiel, en rapport avec les éléments de la constitution physique des deux courants. Il existe, entre les effets excito-moteurs des deux ondes, une différence *qualitative* à côté d'une différence *quantitative*. Il m'a été possible de démontrer ces faits, grâce à l'examen de plusieurs centaines de préparations névro-musculaires de grenouilles : 1° *à l'état frais;* 2° *à l'état de fatigue;* 3° *dans l'anesthésie locale.*

» *État frais.* — En poursuivant l'effet de la clôture et de la rupture faradiques aux diverses intensités de courant, on constate, il est vrai, que très souvent la différence entre l'effet mécanique des deux ondes, très marquée à des intensités moyennes (toujours au préjudice de la clôture), disparaît à des intensités hyper-maximales. Néanmoins, il existe deux exceptions à cette règle générale :

» *a.* Dans des cas assez nombreux, les effets des deux ondes ne s'égalisent jamais et l'écart reste toujours sensible, malgré l'emploi des courants plus que maximaux. La différence entre l'effet physiologique des deux ondes peut donc être *absolue,* et il est impossible de la ramener uniquement à une différence d'intensité, car lorsqu'il s'agit d'intensité on peut toujours produire la contraction maximale en augmentant la force du courant.

» *b.* Dans d'autres cas, la différence entre l'effet physiologique des deux ondes peut être *nulle* au point de vue mécanique, car la contraction possède la même amplitude pour les deux ondes et s'accroît également avec l'intensité du courant.

» Les courants faradiques de fermeture et d'ouverture ne peuvent donc être assimilés à des courants sous-maximaux et maximaux. La différence entre les deux ondes est quelquefois indépendante de leur intensité, et il faut admettre forcément qu'elle

est sous la dépendance de la rapidité de la variation du potentiel électrique. Ajoutons que la différence dite *absolue* a été principalement observée chez les grenouilles émaciées après une longue inanition et, en général, chez les individus faibles.

» *État de fatigue.* — L'effet de la fatigue est toujours identique et indépendant du cas considéré. *Sous l'influence de la fatigue, l'effet moteur des ondes de clôture est plus fortement diminué que l'effet moteur des ondes induites de rupture, même dans les cas où, au début, la différence paraissait nulle.* En alternant les chocs de clôture avec les chocs de rupture (chariot de Dubois-Reymond à clef fermée et interrupteur à mercure), on voit que la courbe de la clôture est plus fortement influencée par la fatigue que la courbe de la rupture. Elles forment deux lignes non parallèles dont la divergence ne fait que s'accentuer avec le cours de la fatigue.

» La différence qualitative peut être ramenée à une question de rapidité de la variation du potentiel électrique. *Dans la fatigue, les courants à variation de potentiel moins brusque* (fermeture) *tendent à devenir inefficaces beaucoup plus vite que les courants à variation de potentiel plus brusque* (entre certaines limites). Cette constatation nous permet de faire intervenir un nouveau facteur dans la définition de la fatigue en disant : *la perte d'excitabilité, survenant dans la fatigue, se caractérise non seulement par la nécessité d'employer des courants de plus en plus intenses pour produire le même effet qu'au début, mais aussi par la nécessité d'employer des courants à variation de potentiel plus brusque.*

» *Anesthésie locale.* — Cette perte de la sensibilité aux variations lentes de potentiel n'est pas due exclusivement à la fatigue, mais peut être rattachée à une diminution d'excitabilité dans le sens le plus large, ainsi que le prouvent les faits constatés chez les grenouilles non fatiguées, mais émaciées, et aussi les faits constatés dans l'anesthésie locale du nerf. Un point du nerf étant éthérisé ou chloroformé, et les électrodes étant placées plus haut que ce point, on observe que, sous l'influence de la narcose, apparaissent des différences très caractéristiques entre la manière dont se comporte la secousse à la clôture et à l'ouverture. *La secousse de clôture peut diminuer de hauteur et même disparaître complètement avant que celle de rupture ait subi la moindre diminution.* Si la clôture devient si rapidement inefficace, ce n'est pas que son intensité soit descendue au-dessous du seuil de l'excitabilité (la rupture, qui peut servir de témoin, n'a pas encore varié), mais c'est parce que la rapidité de sa variation de potentiel est descendue au-dessous du seuil de l'excitabilité.

» Il semblerait donc que le premier stade de paralysie (perte de l'excitabilité par fatigue ou anesthésie) soit dû, non à l'impossibilité de réagir à la même force de l'excitant, mais à l'impossibilité de réagir à une variation trop lente. La perte d'excitabilité est caractérisée par un état d'inertie qui exige, pour être vaincu, l'emploi d'ondes plus brusques (entre certaines limites) et plus intenses. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Emploi de levures de cannes à sucre, pour la fermentation des cidres.* Note de M. **Henri Alliot**.

« Depuis longtemps les différents spécialistes qui se sont occupés de la levuration des moûts de pommes ont recherché, parmi les ferments, ceux qui donnent des cidres joignant à un parfum agréable une saveur sucrée, tout en présentant une belle limpidité. On est arrivé, dans une certaine mesure, à obtenir ces résultats au moyen des levures sélectionnées de pommes de grands crus; mais ces levures, très vigoureuses, amènent facilement la fermentation complète du cidre, qui perd sa douceur. On avait pensé qu'on éviterait cet inconvénient en employant les races de *saccharomyces apiculatus* que l'on rencontre jointes au *saccharomyces mali* sur les pommes à cidre. Mais ces levures apiculées sont, en général, par trop lentes à travailler et n'ont pu entrer dans la pratique d'une façon constante.

» Ayant eu à m'occuper de la question de fermentation des vesous et mélasses pour rhums, et ayant sélectionné (par les méthodes connues dans les laboratoires de Microbiologie) des levures de cannes (provenant de cannes à sucre envoyées de la Réunion), j'ai pensé que ces ferments (avec lesquels j'avais préparé, au moyen de sucre ordinaire, qui se transforme assez lentement, des eaux-de-vie finement bouquetées), habitués à fermenter à de hautes températures, donneraient sous notre climat un désucrage relativement lent et qui pourrait être en partie compensé par une sélection des races les plus vigoureuses.

» Partant de cette idée, j'ai donc sélectionné, pour l'appliquer à la fermentation des moûts de pommes, une race de levure de cannes dont je me propose de poursuivre l'étude scientifique.

» J'ai entrepris une série d'expériences comparatives avec d'autres levures :

» Une très vigoureuse, provenant de pommes de la vallée d'Auge;

» Une de vin très appréciée pour la préparation des cidres mousseux (cru de Verzenay-Champagne);

» Une autre d'une grande activité et que je signale à l'attention du public; elle a été prise sur des fleurs d'oranger envoyées du Midi.

» Ma première expérience a porté sur un moût de pommes ayant les principales caractéristiques suivantes :

Densité		1055
Sucre	réducteur	98,68
	total, exprimé en réducteur	105,50
Acidité en SO^4H^2		1,5

» Nous avons préparé quatre flacons, contenant chacun 6^{l} du moût en question. Ils ont été ensemencés séparément avec les diverses levures indiquées et ont été maintenus à la température de 18° environ.

» Le densimètre est, on le sait, le guide par excellence du praticien cidrier. C'est à cet instrument que je me suis adressé pour suivre cette première opération.

Noms des levures ensemencées le 13 novembre.	Densité du jus. 25 novembre.	4 décembre.	17 décembre.
Levure pommes de la vallée d'Auge..	1023	1015	1011
» de fleurs d'oranger..........	1024	1018	1014
» Verzenay-Champagne.......	1034	1020	1017
» de cannes à sucre..........	1043	1036	1025

» Il ressort de cette expérience, confirmée par d'autres essais, que la levure de cannes considérée est un *saccharomyces* à faible atténuation, pouvant parfaitement convenir à la préparation des cidres doux, car la dégustation comparative a montré que le cidre ainsi obtenu ne le cédait en rien aux cidres faits avec les autres levures sélectionnées. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le bouquet des vins obtenus par la fermentation des moûts de raisin stériles.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Roux.

« La question encore si controversée de l'influence des levures sur la formation du bouquet des vins a pu être étudiée méthodiquement, grâce à l'emploi des moûts stériles avec lesquels j'opère depuis 1895 à chaque vendange.

» Le plan de travail adopté, très simple, a consisté à faire agir sur un seul moût de raisin, partagé en plusieurs portions, les levures les plus diverses par leur origine; puis, dans une autre série, de faire agir une levure unique sur les cépages les plus divers.

» J'ai tenu à ne présenter ici que des résultats acquis depuis plus de deux ans, constatés par des experts d'une compétence indiscutable, sur des vins obtenus en grand, pendant la hâte des vendanges, présentés par leurs propriétaires eux-mêmes, et soignés par eux, sans aucune intervention de ma part.

» La première fois que le bouquet a été obtenu, c'est en 1897, dans la Crau, où l'on a mis à fermenter un moût de « Terrêt bourré » avec une levure de Pinot (Romanée).

Ce bouquet rappelait celui du Sauternes. Quatre autres levures de grands crus n'ont point donné de résultat.

» L'année suivante, la même expérience a été répétée dans le Beaujolais sur des raisins de Gamay (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1050). On avait employé six levures différentes sur autant de portions d'un même moût. Le Jury de dégustation (*Progrès agricole de l'Est*, 6 avril 1899) a reconnu que ces différentes levures ont développé le même bouquet, mais à des degrés d'intensité différents. D'où la conclusion que la nature du bouquet dépend du cépage, mais que son intensité dépend de la levure. Ce point important a été confirmé par les vendanges de 1899, mais avec une modification qui va être précisée ici et qui a besoin d'un nouveau contrôle expérimental.

» L'opération faite au château de Juliénas a porté sur 105000^{kg} de raisin de Gamay, dont le jus stérile a été divisé en deux lots : l'un a été ensemencé avec de la levure de Pinot (Romanée), l'autre avec une levure de Gamay (Moulin-à-Vent). En même temps, on a fait, jour par jour et opération par opération, des vins témoins. Ces vins ont été soignés par leurs propriétaires et les renseignements qui suivent sont puisés dans un rapport de dégustation, rédigé au nom d'une Commission qui s'est réunie, le 19 mars dernier, à Paris, dans les caves de M. Claude Blanc, leur possesseur actuel, dans le but de constater les qualités organoleptiques de ces vins ([1]) (*Moniteur vinicole*, 25, 29 avril, 1er mai 1902, et *Progrès agricole de l'Est*, 4 mai 1902).

» La comparaison des vins conservés en fûts avec ceux conservés en bouteilles a montré qu'il eût fallu déguster ces vins un an plus tôt; ils avaient atteint alors leur apogée.

» En bouteille le bouquet s'est conservé et augmenté, tandis qu'en fûts il a baissé, ainsi que cela a lieu d'ailleurs pour les bons crus du Beaujolais, depuis que le vignoble est reconstitué. Mais, malgré cela, les vins d'expérience ont conservé leur supériorité sur les témoins, et le rapport dit : « On rencontre dans ces vins nettement plus de » fraîcheur, plus de viscosité, un bouquet plus développé, une couleur plus franche. » L'ensemble donne un tout plus complet et plus plaisant. »

» J'ajoute que les témoins sont déjà de très bons vins, quoiqu'ils ne possèdent pas de bouquet proprement dit; ils sont caractérisés par un goût de terroir de bon aloi. Les experts ont donné la préférence au vin fermenté par la levure de Gamay sur celui fermenté par la levure de Pinot, et il est très instructif d'en indiquer la raison.

» Il faut se rappeler que les dégustateurs ne savaient pas quel traitement avaient subi ces vins, dont l'étiquette vraie était sous pli cacheté. Ils notaient séparément leur jugement.

([1]) La Commission qui a donné son appréciation était composée, d'après les indications de M. Viala, inspecteur général de la Viticulture, de : M. Kester, président honoraire de la Chambre syndicale des Négociants en vins de Paris, membre de la Chambre de commerce; M. Blonde, président de la Chambre syndicale des Négociants en vins de Paris; M. Marguery, président du Syndicat de l'alimentation de Paris, membre de la Chambre de commerce; M. Claude Blanc, négociant, possesseur de ces vins; M. Sabot, négociant en vins, membre de la Chambre syndicale; M. Lachambeaudie, courtier-gourmet; M. Desmoulins, secrétaire-rapporteur de la Commission de dégustation.

» En parlant des vins d'expérience, l'un des experts écrit : « Ce bouquet m'a rap-» pelé celui des Pinots noirs fins, faits en blanc, et des Pinots des grands crus. » Un autre écrit : « Ce vin se rapproche trop des vins de la Haute-Bourgogne. »

» Or le vin présenté était un vin de Beaujolais. En alliant, dans un même vin, le corps d'un Beaujolais et le bouquet d'un vin de Haute-Bourgogne (le Romanée), on avait produit un hybride. Cette anomalie fournit une indication à retenir : La levure apporte quelque chose de son origine, conclusion que des expériences inédites, des vendanges de 1900 et 1901, semblent devoir confirmer. Ce résultat, qui paraît en désaccord avec le jugement des dégustateurs de 1898, s'explique par le fait que la différence entre les bouquets des deux lots de vins, celui provenant de la levure de Moulin-à-Vent et celui fait avec la levure de Romanée, ne porte que sur une nuance secondaire, appréciable pour les seuls connaisseurs. L'ensemble du bouquet est bien celui propre au Gamay, développé à un degré que l'on rencontre rarement dans les vins du pays. Car, en bouteille, il a paru si considérable qu'il a été trouvé « extraor-» dinaire, anormal même, non comme nature mais comme intensité ».

» Dans la même séance, les dégustateurs ont constaté que, par le chauffage, on peut obtenir avec du Gamay et du Pinot, dont les grains disparaissaient sous un épais duvet gris de moisissures, « des vins qui, sans posséder les grandes qualités des crus » et des levures d'où ils proviennent, sont bien colorés, ont bon bouquet, de la fi-» nesse et même une certaine élégance ».

» On peut donc conclure que les levures, mais non toutes les levures, ne se bornent pas à faire fermenter le sucre, mais elles agissent sur une substance, non encore isolée, autophore, contenue seulement dans les cépages nobles, sans doute différente pour chacun d'eux; cette substance existe aussi bien dans le raisin mûri dans les expositions peu favorisées que dans les expositions de choix, et elle résiste dans une certaine mesure à la moisissure.

» En conséquence, ce qui caractérise les climats de vigne des grands crus, c'est moins la qualité du raisin qu'on y récolte que celle de la levure qui y croît spontanément sur ces raisins. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'acide sulfureux sur l'oxydase et sur la matière colorante du vin rouge.* Note de M. A. **Bouffard**, présentée par M. Duclaux.

« L'action directe et destructive de l'acide sulfureux sur les propriétés de l'oxydase, ainsi que nous l'avons admise en 1897 [1], est aujourd'hui contestée par M. Laborde [2]. Ce dernier pense, au contraire, « que le

---

(1) *Comptes rendus*, 29 mars 1897.
(2) *Comptes rendus*, 24 mars 1902.

» contact seul de l'acide sulfureux et de l'oxydase dans les vins cassables » ne suffit pas pour détruire les propriétés de cette oxydase...; l'acide » sulfureux n'est certainement pas l'agent actif contre l'oxydase, mais » incontestablement un agent protecteur de la matière colorante du vin » vis-à-vis des effets de la diastase oxydante ».

» Après un examen attentif des expériences que cet observateur cite à l'appui de sa théorie, nous ne pouvons considérer la nôtre comme infirmée. En effet, il aurait convenu, suivant nous, d'observer séparément les deux actions supposées de l'acide sulfureux : 1° l'action directe sur l'oxydase; 2° l'action protectrice sur la matière colorante.

» Pour résoudre la première partie de ce problème, nous avons cherché, en nous plaçant dans les mêmes conditions que M. Laborde, si, après traitement par l'acide sulfureux d'un vin rouge cassant, l'oxydase est encore active, c'est-à-dire capable de bleuir la solution alcoolique de gaïac, et de déterminer la casse d'un vin non cassant.

» Le vin rouge, sur lequel nous avons opéré, cassait nettement après 24 heures d'exposition avec tous les caractères de la casse oxydasique : jaunissement, précipitation rapide de la matière colorante, décoloration, etc. L'oxydase extraite par l'alcool d'un volume de ce liquide faisait casser avec la même intensité un volume quatre fois moindre d'un vin non cassant, qui était, soit le vin cassant lui-même rendu incassable par un chauffage à 90°, soit un vin d'Aramon non cassant naturellement.

» Des échantillons du vin cassant ont été additionnés d'acide sulfureux, aux doses de $0^g,025$ et $0^g,050$ par litre. Au bout de 2 jours de contact, puis après 20 jours, on a dosé l'acide sulfureux libre restant, par la méthode Paturel. Les résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Doses initiales totales par litre.	Acide sulfureux libre restant, par litre, après contact de 2 jours.	de 20 jours.
$0^g,025$	$0^g,015$	$0^g,0012$
$0^g,050$	$0^g,020$	$0^g,010$

» En même temps, l'oxydase, extraite par l'alcool et recueillie sur un filtre, était essayée au gaïac et inoculée aux vins non cassants. Dans aucun cas nous n'avons eu bleuissement du gaïac ou casse du vin ayant reçu l'oxydase des vins sulfités.

» Parallèlement, comme terme de comparaison et comme contrôle, nous provoquions la casse du vin non cassant par addition, dans les mêmes conditions et les mêmes proportions, d'oxydase du vin cassant non traité.

» Ces réactions nous conduisent à considérer l'oxydase comme directement atteinte par l'acide sulfureux, et privée définitivement par cet agent

de ses propriétés oxydantes. On ne peut dire que c'est la combinaison totale ou la disparition de l'acide sulfureux, ajouté initialement, et l'absence après contact prolongé d'acide sulfureux libre, qui rendent à nouveau le vin cassant. Dans le vin traité à 0g,025 par litre il n'y a plus eu casse, même après 20 jours, bien qu'à ce moment l'acide sulfureux libre n'y soit plus qu'à l'état de trace.

» En outre, nous nous sommes proposé de rechercher si un vin cassant, dont la matière colorante avait été rendue stable par l'acide sulfureux, et qui en renfermait encore les quantités libres indiquées précédemment, 0,01 et 0,0012, pouvait casser par apport d'oxydase étrangère et active.

» En opérant toujours de la même façon, le vin traité à 0,025, qui finalement ne contenait plus d'acide sulfureux libre et ne cassait plus, a cassé après inoculation. Le vin dosant encore 0g,01 d'acide sulfureux libre n'a pas cassé; cette quantité, à l'état de liberté, représentant ce qui reste de la proportion du début (0g,05) après combinaison et équilibre chimique, a suffi pour détruire l'oxydase nouvelle.

» L'ensemble de ces observations montre bien que l'acide sulfureux agit directement sur l'oxydase et constitue, comme nous l'avions indiqué en 1894 (1), un remède préventif, efficace et durable contre la casse. L'insuccès, dans certains cas, ne peut être attribué qu'à l'emploi de doses trop faibles, qui dans le vin peuvent varier de 0g,1 à 0g,01 par litre. Si 0g,05 réussit le plus souvent, il convient néanmoins de faire des essais préalables.

» D'autre part, l'acide sulfureux est-il un agent protecteur de la matière colorante des vins rouges? L'affirmation ressort des expériences suivantes. On a aéré un vin cassant, rendu incassable par le chauffage, et le même vin chauffé, mais additionné d'acide sulfureux dans les proportions guérissant de la casse; le vin non sulfité, après plusieurs jours, a jauni sans se troubler sensiblement; le vin sulfité a conservé complètement ou conservé plus longtemps sa couleur rouge franc. Les mêmes phénomènes sont offerts par des vins d'Aramon on de Carrignan non cassants.

» Ces faits sont donc conformes à ceux que Pasteur avait mis en lumière dans son étude sur les vins. L'oxydation, et partant le jaunissement de la matière colorante, est générale; aucun vin ne peut y échapper quand on l'expose à l'air : c'est le principal caractère du vieillissement.

» Dans les vins normaux, non cassants, l'oxydation est lente et, se faisant

---

(1) *Comptes rendus*, 9 avril 1894.

peu à peu, n'a pas de conséquences désastreuses; c'est un phénomène purement chimique, où l'oxydase n'intervient pas.

» Chez les vins atteints de casse oxydasique, l'oxydation est brutale : c'est la précipitation rapide, presque immédiate, de la matière colorante, qui rend la casse redoutable au vigneron.

» En résumé, l'action de l'acide sulfureux, dans les cas que nous avons envisagés, peut être considérée comme double, bien que différente et concourant au même but, la conservation de la couleur du vin. On distinguera : premièrement, une action protectrice sur la couleur, par l'avidité de l'acide sulfureux pour l'oxygène de l'air, ou, peut-être, par une combinaison peu stable avec la couleur; deuxièmement, une action spécifique, directe et destructive sur les propriétés de la diastase oxydante, action encore mal connue, qui, en définitive, est la plus importante dans le traitement de la casse oxydasique des vins. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les phosphates du sol solubles à l'eau.* Note de M. **Th. Schlœsing fils**, présentée par M. Duclaux.

« Je demande la permission de résumer diverses expériences et conclusions concernant les phosphates solubles à l'eau contenus dans les sols.

» I. On a vu que la portion des phosphates des sols susceptible d'être dissoute par l'eau, en proportions infimes, tient une place importante dans l'alimentation des plantes. Dans les sols qui ne reçoivent pas d'engrais et qui, pourtant, fournissent des récoltes, cette portion soluble des phosphates, étant consommée par la végétation, s'épuiserait à la longue. Mais, dans une certaine mesure, elle peut s'entretenir naturellement. Une terre humide, tant par la vie de ses hôtes petits ou grands que par des actions purement physiques ou chimiques, est un milieu toujours en voie de changement. Sous le rapport de son approvisionnement en phosphates solubles, elle change, comme pour le reste, avec le temps, et d'ordinaire le changement doit se faire dans le sens d'une augmentation de l'approvisionnement, augmentation lente, mais fort appréciable.

» J'ai constitué, avec quatre terres bien différentes, des lots dont les uns ont été conservés à l'état sec et les autres exposés dehors, maintenus humides et sans végétation, durant 4 mois. Puis j'ai déterminé dans tous les lots, comme il a été dit déjà (*Comptes rendus,* 6 janvier 1902), l'acide phosphorique soluble à l'eau, ou du moins

une grande partie de cet acide, en traitant rigoureusement de même les deux lots de chaque terre, de manière qu'ils restassent parfaitement comparables. J'ai obtenu :

P^2O^5 *extrait par sept traitements à l'eau, pour* 1^{kg} *de terre.*

Terre.	Sèche.	Humide.	Différence.
	mg	mg	mg
Galande, pauvre en P^2O^5 soluble.....	10,0	11,2	1,2
Neauphle, moyenn[t] riche en P^2O^5 sol.	36,9	40,4	3,5
Joinville, moyenn[t] riche en P^2O^5 sol..	47,0	53,8	6,8
Boulogne, riche en P^2O^5 soluble.....	104,4	126,7	22,3

» Une différence sensible s'est donc produite entre les lots secs et humides. Si, comme il est tout à fait vraisemblable, les sols conservés secs sont restés dans un état invariable, il faut conclure que, dans les sols humides, les phosphates solubles à l'eau ont augmenté. Rapportée à l'année et à 3000000^{kg} de terre pour 1^{ha}, l'augmentation deviendrait de 11^{kg}, 31^{kg}, 61^{kg}, 200^{kg} de P^2O^5. Il y a là une source naturelle d'acide phosphorique soluble, qui peut contribuer efficacement à l'entretien de la végétation sans engrais.

» II. Dans les terres cultivées auxquelles on donne des engrais à doses convenables, l'approvisionnement en phosphates solubles à l'eau a son origine principale dans les engrais mêmes, bien plus que dans la production naturelle dont il vient d'être parlé, production généralement inférieure aux exigences de bonnes récoltes, et incapable à elle seule de conserver au sol, malgré leurs emprunts, un approvisionnement suffisant.

» On constate nettement le fait sur les chiffres suivants, obtenus avec de précieux échantillons de terre de Rothamsted, que sir Henry Gilbert avait bien voulu m'adresser. L'un de ces échantillons représente un sol cultivé en froment et ayant reçu de l'engrais (phosphorique et potassé) chaque année pendant plus de 40 ans; l'autre représente le même sol, soumis en même temps à la même culture, mais sans aucune addition d'engrais. De tels échantillons étaient éminemment propres à mettre en évidence l'influence cherchée de l'engrais, et cette influence est, comme on va voir, considérable :

P^2O^5 *extrait par sept traitements à l'eau, pour* 1^{kg} *de terre.*

Terre avec engrais..	109^{mg}
Terre sans engrais	7^{mg}

» On peut noter, en passant, que la teneur en acide phosphorique total (déterminé après attaque à l'acide chlorhydrique bouillant) est à peu près, dans ces terres, respectivement de 1,9 et de 0,9 pour 1000. Ainsi, tandis que l'acide phosphorique total a diminué de moitié environ dans la terre sans engrais, sous l'effet de la culture, l'acide

phosphorique soluble à l'eau y a baissé bien davantage : nouvelle preuve de l'utilisation toute spéciale de ce dernier par la végétation.

» III. Il convient peut-être de préciser, autant qu'il est actuellement possible, ce qu'on doit entendre par ces phosphates du sol, *solubles à l'eau*, qui nous occupent. Ce sont des phosphates (auxquels il faut joindre sans doute une petite proportion d'autres substances phosphorées) qui donnent des dissolutions où il n'arrive guère qu'on dose plus de 3^{mg} de P^2O^5 par litre, quand elles sont riches, et où l'on en trouve très souvent beaucoup moins. On les extrait du sol, en partie, par l'action répétée de l'eau. On ne parvient pas à les enlever entièrement, même en y employant l'eau en quantité énorme, à raison de 100^l pour 100^g de terre, par exemple. Je montrerai, d'ailleurs, qu'on peut faire, en vue de cette extraction, un meilleur usage de l'eau que je ne l'ai fait d'abord, en recourant, non plus à l'agitation en flacons, mais à l'épuisement continu par déplacement.

» Les expressions d'*acide phosphorique* et de *phosphates solubles à l'eau* sont appliquées communément à des engrais qui, traités par l'eau, fournissent des solutions d'une teneur relativement très élevée en acide phosphorique. Évaluée avec la même échelle de grandeur, la solubilité à l'eau des phosphates existant dans le sol est ordinairement insignifiante et tenue volontiers pour nulle.

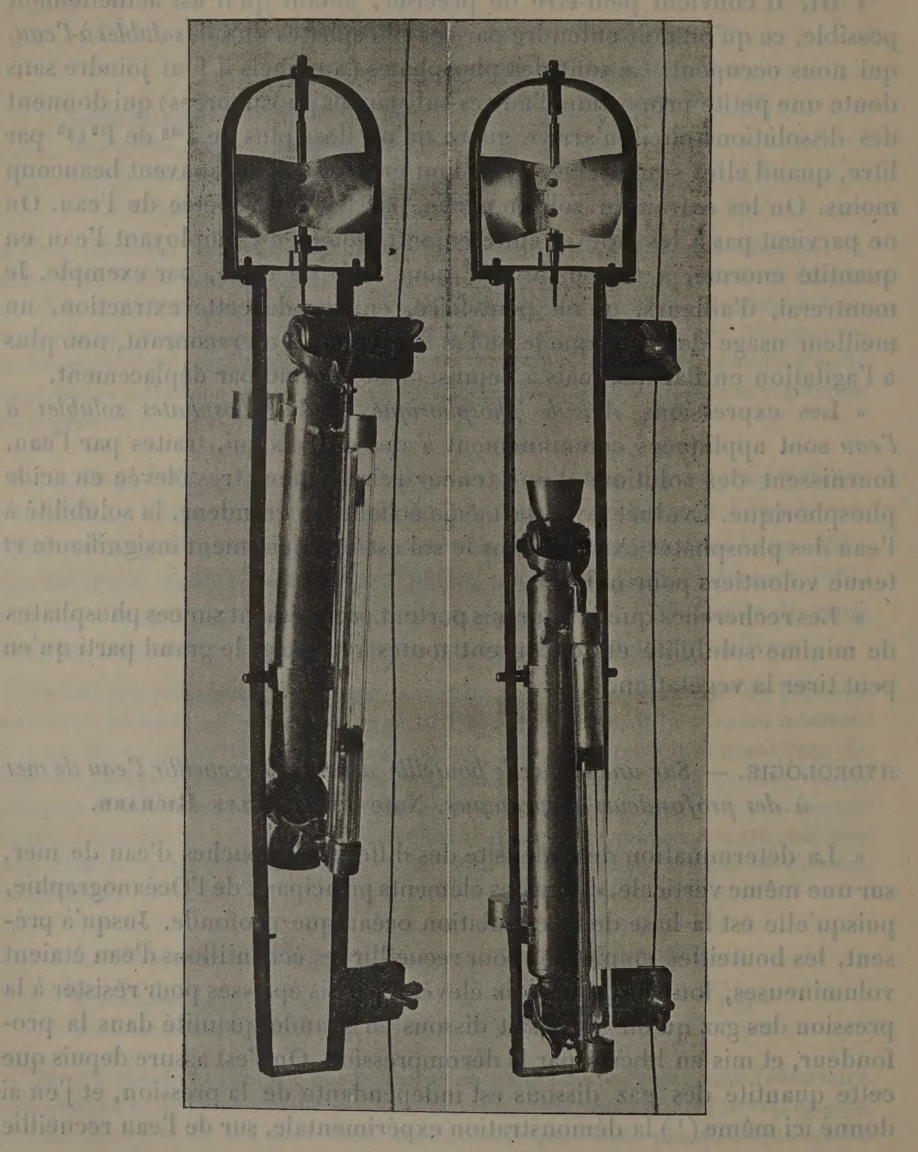
» Les recherches que je poursuis portent précisément sur ces phosphates de minime solubilité et concourent toutes à montrer le grand parti qu'en peut tirer la végétation. »

HYDROLOGIE. — *Sur une nouvelle bouteille destinée à recueillir l'eau de mer à des profondeurs quelconques.* Note de M. Jules Richard.

« La détermination de la densité des différentes couches d'eau de mer, sur une même verticale, est un des éléments principaux de l'Océanographie, puisqu'elle est la base de la circulation océanique profonde. Jusqu'à présent, les bouteilles employées pour recueillir les échantillons d'eau étaient volumineuses, lourdes, d'un prix élevé, à parois épaisses pour résister à la pression des gaz qu'on supposait dissous en grande quantité dans la profondeur, et mis en liberté par la décompression. On s'est assuré depuis que cette quantité des gaz dissous est indépendante de la pression, et j'en ai donné ici même [1] la démonstration expérimentale, sur de l'eau recueillie

[1] *Comptes rendus*, 14 décembre 1896.

à 2700^{m} pendant une campagne de la *Princesse-Alice*. M. Thoulet a fait observer que, dans ces conditions, il y a lieu d'employer des bouteilles



légères, d'un prix peu élevé, et en plus grand nombre. D'autre part, la détermination de la densité ou de la salure pouvant se faire au moyen du

pycnomètre ou par le dosage du chlore, ce qui ne demande qu'une petite quantité d'eau, il est possible de réduire le volume des bouteilles.

» Le dispositif adopté est représenté par les deux figures ci-contre. Dans une monture à hélice, semblable à celle des thermomètres à renversement, et qu'on fixe sur le câble au moyen de deux pinces à vis, on voit, d'une part, la bouteille ouverte en position de descente; d'autre part, la même, remontant fermée et renversée. La bouteille est un cylindre de 25^{cm} de long sur 4^{cm} de diamètre, terminée par un robinet à chaque extrémité. Les deux robinets sont accouplés par une tige le long de laquelle peuvent se mouvoir deux cupules, destinées à recevoir un thermomètre à renversement. La bouteille contenant 315^{cm^3}, et qui est à renversement autour d'un axe situé à son tiers inférieur, est tenue dans la position de départ par un prolongement de l'axe de l'hélice. A la descente, l'eau traverse la bouteille, l'hélice bute contre un arrêt dont on peut régler la position. Quand le thermomètre s'est mis en équilibre à la profondeur voulue, on relève le câble, l'hélice en tournant libère la bouteille après un parcours qu'on peut régler; la bouteille bascule et ses deux robinets se ferment d'autant mieux que le thermomètre les aide dans ce sens par son poids tout en se renversant lui-même.

» Il est évident qu'on peut fixer sur le même câble autant qu'on voudra de ces bouteilles, et qu'on peut remplacer l'hélice par le système du messager. Le premier procédé a cet avantage que toutes les bouteilles sont indépendantes les unes des autres. On peut aussi faire, sur ce même modèle, des bouteilles d'une capacité quelconque.

» Un essai de huit bouteilles en série verticale a été fait à bord de la *Princesse-Alice,* au large de Monaco, le 15 avril. Seule, la bouteille la plus voisine de la surface, et qui n'était pas ajustée convenablement, n'a pas fonctionné. Toutes les autres, espacées de 200^m en 200^m, ont donné un échantillon d'eau et la température correspondante ([1]). »

M. J. **Séverin** adresse une Note « Sur la préparation du baryum ».

M. **Adad** adresse un travail intitulé : « Théorie de l'Électricité ».

M. **Gustave Le Bon** adresse une Note intitulée : « Action dissociante

---

([1]) Le modèle décrit ici ne pèse pas 2^{kg}, il est construit par MM. Léger et Taffe à Monaco. Cette bouteille, qui ressemble par sa disposition à celle de M. Buchanan, diffère de toutes les bouteilles connues par son mode de fonctionnement, c'est-à-dire par le procédé du renversement qui lui a été appliqué.

des diverses régions du spectre sur la matière soumise à leur action ».

(Commissaires : MM. Sarrau, H. Poincaré, H. Becquerel.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 2 juin 1902.)

Note de M. *Camille Matignon*, Préparation des chlorures anhydres de samarium, d'yttrium et d'ytterbium :

Page 1310, dernière ligne, *ajoutez* « M. Moissan a constaté la formation de ces sels anhydres dans l'action du chlore sur les carbures correspondants. »